GMM ACB

grifo® Mini Modulo T89C51AC2

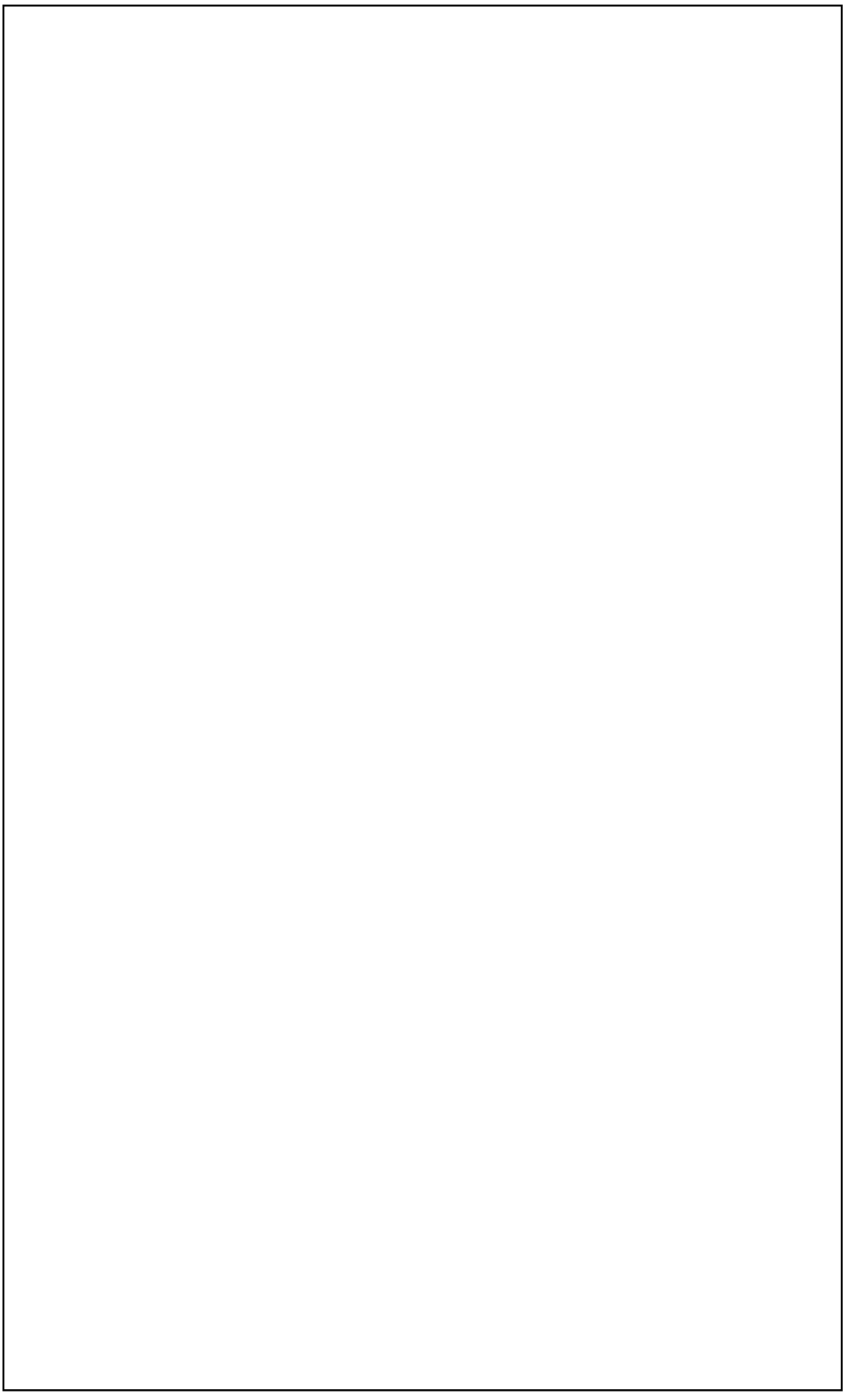
MANUALE UTENTE

grifo®
ITALIAN TECHNOLOGY

Via dell' Artigiano, 8/6
40016 San Giorgio di Piano
(Bologna) ITALY
E-mail: grifo@grifo.it
http://www.grifo.it http://www.grifo.com
Tel. +39 051 892.052 (r.a.) FAX: +39 051 893.661

GMM ACB Rel. 3.00 *Edizione 21 Maggio 2007*

abaco, **GPC®**, **grifo®**, *sono marchi registrati della ditta* **grifo®**



GMM ACB

grifo® Mini Modulo T89C51AC2

MANUALE UTENTE

Zoccolo maschio **40** piedini dual in line a passo **100** mils, largo **600** mils; ridottissimo ingombro: **21 x 54 x 13 mm**; circuito stampato a **4** strati per ottimizzare le immunita' e le caratteristiche **EMI**; unica alimentazione a **+5Vdc 48 mA**; disponibilita' di modalità operative a **Basso Consumo**; microcontrollore **Atmel T89C51AC2** (codice compatibile **8051**) con quarzo da **14,74 Mhz**; ciclo macchina programmabile a **12** o **6** periodi di clock; **32K FLASH** per codice, **2K FLASH** per Boot Loader, **256** bytes **IRAM** per dati, **1K** bytes **ERAM** per dati, **2K EEPROM** per dati. Segnali di espansione per memoria e dispositivi esterni: fino a **64K** come dati e fino a **32K** come codice. **8** canali di **A/D** converter con **10 bit** di risoluzione, **20 µsec** per ogni conversione; **14** sorgenti di Interrupt con **4** livelli di priorita'; **3 Timer Counter** a **16** bits; **5** canali **PCA** a **16** bit con funzionalità di **PWM**, comparazione, ecc.; **34** linee di **I/O** digitale collegate al connettore; alcune di queste linee hanno funzionalità multiple. Linea seriale hardware con **Baud Rate** programmabile fino a **115200** Baud, bufferata in **TTL** o in **RS 232** con protezione contro scariche da **±15 KV**. Circuiteria di **Reset** e controllo alimentazione. Linea **I2C BUS** software, riportata sul connettore; Dip switch di configurazione ad **8** vie, di cui **3** acquisibili via software; **2 LED** di segnalazione gestiti via software tramite **I/O** digitali.
Gestione della **FLASH** ed **EEPROM** interna in modalita' **In System Programming**, ovvero con modulo già montato, sfruttando la linea di comunicazione seriale. **Software** gratuito per **PC** di supporto alla programmazione **ISP**. Vasta disponibilità di software di sviluppo: compilatori **C** (µC/51, HTC51, SYS51CW, DDS Micro C51); compilatori **BASIC** (BASCOM 8051); compilatori **PASCAL** (SYS51PW); logica a **Contatti** (LADDER WORK), ecc.. Ricca serie di programmi dimostrativi ed esempi di utilizzo forniti sotto forma di sorgenti ampiamente commentati ed eseguibili, per i vari ambienti di sviluppo.

grifo®
ITALIAN TECHNOLOGY

Via dell' Artigiano, 8/6
40016 San Giorgio di Piano
(Bologna) ITALY
E-mail: grifo@grifo.it
http://www.grifo.it http://www.grifo.com
Tel. +39 051 892.052 (r.a.) FAX: +39 051 893.661

GMM ACB Rel. 3.00 *Edizione 21 Maggio 2007*

abaco®, **GPC®**, **grifo®**, *sono marchi registrati della ditta* **grifo®**

Vincoli sulla documentazione grifo® Tutti i Diritti Riservati

Nessuna parte del presente manuale può essere riprodotta, trasmessa, trascritta, memorizzata in un archivio o tradotta in altre lingue, con qualunque forma o mezzo, sia esso elettronico, meccanico, magnetico ottico, chimico, manuale, senza il permesso scritto della **grifo®**.

IMPORTANTE

Tutte le informazioni contenute sul presente manuale sono state accuratamente verificate, ciononostante **grifo®** non si assume nessuna responsabilità per danni, diretti o indiretti, a cose e/o persone derivanti da errori, omissioni o dall'uso del presente manuale, del software o dell' hardware ad esso associato.
grifo® altresi si riserva il diritto di modificare il contenuto e la veste di questo manuale senza alcun preavviso, con l' intento di offrire un prodotto sempre migliore, senza che questo rappresenti un obbligo per **grifo®**.
Per le informazioni specifiche dei componenti utilizzati sui nostri prodotti, l'utente deve fare riferimento agli specifici Data Book delle case costruttrici o delle seconde sorgenti.

LEGENDA SIMBOLI

Nel presente manuale possono comparire i seguenti simboli:

Attenzione: Pericolo generico

Attenzione: Pericolo di alta tensione

Attenzione: Dispositivo sensibile alle cariche elettrostatiche

MARCHI REGISTRATI

abaco, **GPC®**, **grifo®** : sono marchi registrati della **grifo®**.
Altre marche o nomi di prodotti sono marchi registrati dei rispettivi proprietari.

INDICE GENERALE

INTRODUZIONE 1

VERSIONE SCHEDA 3

INFORMAZIONI GENERALI 4
SETTORI DI UTILIZZO 5
LINEE DI I/O DIGITALE TTL 6
LINEA I2C BUS 6
LINEE ANALOGICHE DI A/D CONVERTER 6
MEMORIE 8
WATCH DOG 8
CLOCK 8
COMUNICAZIONE SERIALE 9
CONFIGURAZIONE SCHEDA 10
BUS DI ESPANSIONE 10

CARATTERISTICHE TECNICHE 12
CARATTERISTICHE GENERALI 12
CARATTERISTICHE FISICHE 12
CARATTERISTICHE ELETTRICHE 13

INSTALLAZIONE 14
SEGNALAZIONI VISIVE 14
ALIMENTAZIONE 14
CONNESSIONI 15
CN1 - CONNETTORE CON SEGNALI DEL MINI MODULO 16
INTERFACCIAMENTO CON IL CAMPO 17
DIP SWITCH 18
INTERRUPTS 19
RESET, CONTROLLO ALIMENTAZIONE, WATCH DOG 20
SELEZIONE COMUNICAZIONE SERIALE 20
SELEZIONE MODO OPERATIVO 22
BUS DI ESPANSIONE 22

SCHEDE DI SUPPORTO 24
UTILIZZO CON MODULO GMB HR168 24
UTILIZZO CON SCHEDA GMM TST E GMM TST 2 26

COME INIZIARE 28
A) PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTI 28
B) PROVA PROGRAMMA DEMO SALVATO NEL MINI MODULO 29
C) RIPROGRAMMAZIONE DELLA FLASH CON PROGRAMMA DEMO 29
D) CREAZIONE DEL CODICE ESEGUIBILE DEL PROGRAMMA DEMO 33
D3A) RICOMPILAZIONE CON BASCOM 8051 33
D3B) RICOMPILAZIONE CON µC/51 35
D3C) RICOMPILAZIONE CON LADDER WORK 38

E) PREPARAZIONE DEFINITIVA DELL'APPLICAZIONE 40

AMBIENTI DI SVILUPPO 42

DESCRIZIONE SOFTWARE DELLE PERIFERICHE DI BORDO 43
INGRESSI DI CONFIGURAZIONE 43
LEDS DI SEGNALAZIONE 43
SEGNALI MULTIPLEXATI 44
ACCESSO ALLE MEMORIE 44

BIBLIOGRAFIA 45

APPENDICE A: DESCRIZIONE COMPONENTI DI BORDO A-1
T89C51AC2 ..... A-1

APPENDICE B: SCHEMA ELETTRICO GMM TST 2 ..... B-1

APPENDICE C: CONFIGURAZIONE BASE, OPZIONI, ACCESSORI C-1

APPENDICE D: INDICE ANALITICO D-1

INDICE DELLE FIGURE

FIGURA 1: POSIZIONE DELLA VERSIONE SCHEDA 3
FIGURA 2: SCHEMA A BLOCCHI 7
FIGURA 3: VISTA COMPLESSIVA 9
FIGURA 4: PIANTA COMPONENTI (LATO SUPERIORE) 11
FIGURA 5: PIANTA COMPONENTI (LATO INFERIORE) 11
FIGURA 6: VISTA DALL'ALTO 13
FIGURA 7: TABELLA DELLE SEGNALAZIONI VISIVE 14
FIGURA 8: DISPOSIZIONE LEDS, CONNETTORI, DIP SWITCH 15
FIGURA 9: CN1 - ZOCCOLO CON SEGNALI DEL MINI MODULO 16
FIGURA 10: TABELLA UTILIZZO DIP SWITCH (1 DI 2) 18
FIGURA 11: TABELLA UTILIZZO DIP SWITCH (2 DI 2) 19
FIGURA 12: ESEMPIO COLLEGAMENTO SERIALE TTL 21
FIGURA 13: ESEMPIO COLLEGAMENTO SERIALE RS 232 21
FIGURA 14: BUS ESPANSIONE PER AREA CODICE 23
FIGURA 15: BUS ESPANSIONE PER AREA DATI 23
FIGURA 16: ACCOPPIATA GMB HR168 + GMM ACB 25
FIGURA 17: ACCOPPIATA GMM TST + GMM ACB 27
FIGURA 18: COLLEGAMENTO SERIALE RS 232 TRA GMM ACB E PC 28
FIGURA 19: TABELLA ESEMPI 30
FIGURA 20: FINESTRA SETTAGGIO FLIP (1 DI 3) 31
FIGURA 21: FINESTRA SETTAGGIO FLIP (2 DI 3) 31
FIGURA 22: FINESTRA SETTAGGIO FLIP (3 DI 3) 32
FIGURA 23: CARICAMENTO SORGENTE CON BASCOM 8051 34
FIGURA 24: CONFIGURAZIONE COMPILATORE BASCOM 8051 34
FIGURA 25: COMPILAZIONE CON BASCOM 8051 35
FIGURA 26: CARICAMENTO AMBIENTE CON µC/51 E JFE 36
FIGURA 27: COMPILAZIONE CON µC/51 E JFE 36
FIGURA 28: CARICAMENTO SORGENTE CON µC/51 ED UEDIT 37
FIGURA 29: CARICAMENTO PROGETTO CON µC/51 ED UMSHELL 37
FIGURA 30: COMPILAZIONE CON µC/51 ED UMSHELL 38
FIGURA 31: CARICAMENTO SCHEMATICO CON LADDER WORK 38
FIGURA 32: CONFIGURAZIONE COMPILATORE CON LADDER WORK 39
FIGURA 33: COMPILAZIONE CON LADDER WORK 39
FIGURA 34: RISULTATO COMPILAZIONE CON LADDER WORK 39
FIGURA 35: ESEMPI DI CONNESSIONE 41
FIGURA C1: TABELLA CONFIGURAZIONE BASE C-1

INTRODUZIONE

L'uso di questi dispositivi è rivolto - **IN VIA ESCLUSIVA** - a personale specializzato.

Questo prodotto non è un **componente di sicurezza** così come definito dalla direttiva **98-37/CE**.

I pin della scheda non sono dotati di protezione contro le cariche elettrostatiche. Visto che esiste un collegamento diretto tra numerosi pin della scheda ed i rispettivi pin dei componenti di bordo e che quest'ultimi sono sensibili ai fenomeni ESD, il personale che maneggia la scheda è invitato a prendere tutte le precauzioni necessarie per evitare i possibili danni che potrebbero derivare dalle cariche elettorostatiche.

Scopo di questo manuale é la trasmissione delle informazioni necessarie all'uso competente e sicuro dei prodotti. Esse sono il frutto di un'elaborazione continua e sistematica di dati e prove tecniche registrate e validate dal Costruttore, in attuazione alle procedure interne di sicurezza e qualità dell'informazione.

I dati di seguito riportati sono destinati - **IN VIA ESCLUSIVA** - ad un utenza specializzata, in grado di interagire con i prodotti in condizioni di sicurezza per le persone, per la macchina e per l'ambiente, interpretando un'elementare diagnostica dei guasti e delle condizioni di funzionamento anomale e compiendo semplici operazioni di verifica funzionale, nel pieno rispetto delle norme di sicurezza e salute vigenti.

Le informazioni riguardanti installazione, montaggio, smontaggio, manutenzione, aggiustaggio, riparazione ed installazione di eventuali accessori, dispositivi ed attrezzature, sono destinate - e quindi eseguibili - sempre ed in via esclusiva da personale specializzato avvertito ed istruito, o direttamente dall'ASSISTENZA TECNICA AUTORIZZATA, nel pieno rispetto delle raccomandazioni trasmesse dal costruttore e delle norme di sicurezza e salute vigenti.

I dispositivi non possono essere utilizzati all'aperto. Si deve sempre provvedere ad inserire i moduli all'interno di un contenitore a norme di sicurezza che rispetti le vigenti normative. La protezione di questo contenitore non si deve limitare ai soli agenti atmosferici, bensì anche a quelli meccanici, elettrici, magnetici, ecc.

Per un corretto rapporto coi prodotti, é necessario garantire leggibilità e conservazione del manuale, anche per futuri riferimenti. In caso di deterioramento o più semplicemente per ragioni di approfondimento tecnico ed operativo, consultare direttamente l'Assistenza Tecnica autorizzata.

Al fine di non incontrare problemi nell'uso di tali dispositivi, é conveniente che l'utente - PRIMA DI COMINCIARE AD OPERARE - legga con attenzione tutte le informazioni contenute in questo manuale. In una seconda fase, per rintracciare più facilmente le informazioni necessarie, si può fare riferimento all'indice generale e all'indice analitico, posti rispettivamente all'inizio ed alla fine del manuale.

VERSIONE SCHEDA

Il presente manuale è riferito alla scheda **GMM ACB** con versione stampato **140207** e successive. La validità delle informazioni riportate è quindi subordinata al numero di versione della scheda in uso e l'utente deve quindi sempre verificarne la giusta corrispondenza. Sulla scheda il numero di versione è riportato in più punti sia a livello di serigrafia che di stampato e la seguente figura illustra la posizione più facilmente accessibile.

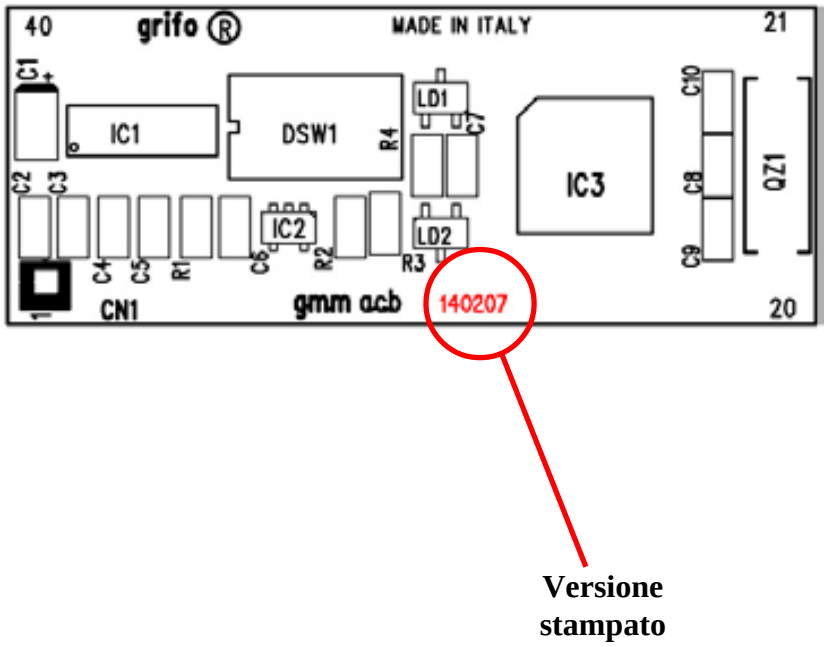


FIGURA 1: POSIZIONE DELLA VERSIONE SCHEDA

INFORMAZIONI GENERALI

Il modulo **GMM ACB** é un Mini Modulo basato sul microcontrollore **Atmel T89c51AC2**, ovvero un potente e completo sistema dotato di **CPU**; memorie integrate ed una ricca serie di periferiche rivolte alle tipiche richieste dell'automazione.
Il modulo ha già montati, nella sua ridottissima area, i componenti che servono a valorizzare le principali caratteristiche del microcontrollore ed a renderne utilizzabili tutte le modalità operative; inoltre dispone di ulteriori componenti che facilitano ed ampliano i possibili campi di utilizzo.
GMM ACB.può essere usato per numerose applicazioni sia nel settore **industriale**, **domestico**,**automobilistico** e **didattico**, come illustrato nel seguente paragrafo.
La facilità di impiego di questo Mini Modulo é determinata anche dalla ricca serie di ambienti di sviluppo software basati su linguaggi sia a basso che alto livello che consentono di poter lavorare al meglio utilizzando unicamente un normale PC. Tra questi tools si ricordano i vari compilatori **C**, **BASIC**, **PASCAL** ed anche un ambiente di programmazione grafica a contatti. Grande attenzione e' stata riservata alla messa a punto dell'applicativo, rendendo disponibili dei prodotti che salvano direttamente il programma utente nella **FLASH** di bordo, con l'ausilio di un normale PC, e che consentono di provare lo stesso programma direttamente sulla scheda.
La **GMM ACB** é dotata di un connettore normalizzato, che le consente di essere montata immediatamente su schede di supporto come la **GMM TST 2**, la **GMB HR168** e la **GMB HR246** oppure di essere utilizzata su una scheda dell'utente, come macro componente. In entrambi i casi si riduce drasticamente il tempo di sviluppo: l'utente puo' avere il suo prototipo o addirittura il prodotto finito **nel giro di una settimana**.
Le caratteristiche di massima del modulo **GMM ACB** sono:

- Zoccolo maschio **40** piedini dual in line a passo 100 mils, largo 600 mils.
- **Ridottissimo ingombro**: 21 x 54 x 13 mm.
- Circuito stampato a **4 strati** per ottimizzare le immunità e le caratteristiche **EMI**.
- Unica tensione di alimentazione a **+5 Vdc**, **48 mA** (l'assorbimento varia in base ai collegamenti ed allo stato del modulo).
- Disponibilità di modalità operative a basso consumo come **Idle Mode** e **Power Down Mode**.
- Microcontrollore **Atmel T89C51AC2** (codice compatibile **8051**) con quarzo da **14,74 Mhz**.
- **Ciclo macchina** programmabile a **12 o 6** periodi di clock.
- **32K FLASH** per codice, **2K FLASH** per boot loader, **256** bytes **IRAM** per dati, **1K** bytes **ERAM** per dati, **2K EEPROM** per dati.
- Segnali di **espansione** per memorie e dispositivi esterni sia con accesso **dati** che **codice**.
- Come espansione esterna si possono collegare fino a **64K** di **SRAM** e fino a **32K** di **FLASH**, **EPROM**.
- **8** canali di **A/D** converter con **10 bit** di risoluzione, **20 µsec** per ogni conversione.
- **Tensione di riferimento** della sezione A/D riportata sul connettore.
- **14** sorgenti di **interrupt** con 4 livelli di priorità.
- **3 Timer Counter** a 16 bits.
- **5** canali **PCA** a 16 bist con funzionalità autonome di **PWM**, comparazione, cattura su evento, generatore di frequenze, ecc.
- Sistema di **Watchdog** che conferisce al sistema controllato una **sicurezza** estrema in tutte le condizioni operative.
- **34** linee di **I/O** digitale collegate al connettore. Alcune di queste hanno funzionalità multiple.

- Linea seriale hardware con Baud Rate programmabile fino a 115.200 Baud, bufferata in **TTL** o in **RS 232**.
- Driver per linea seriale RS 232 con protezione contro scariche fino a ±15 kV.
- Circuiteria di **Reset** e controllo alimentazione.
- Linea **I2C BUS** software, riportata sul connettore.
- **Dip switch** di configurazione ad 8 vie di cui 3 acquisibili via software.
- **2 LEDs** di segnalazione gestiti via software tramite **I/O** digitali.
- Possibilità di gestione della FLASH ed EEPROM interna in modalità **In System Programming**, ovvero con modulo già montato, sfruttando la linea di comunicazione seriale.
- **Software gratuito** per PC, di supporto alla programmazione **ISP**, che permette di scaricare il codice generato nella FLASH di bordo.
- Vasta disponibilità di software di sviluppo che consentono di poter utilizzare il modulo tramite un semplice PC. Tra i pacchetti disponibili si possono ricordare: vari **Assemblatori** (ASM51, A51, SXA51); compilatori **C** (µC/51, HTC51, SYS51CW); compilatori **BASIC** (BASCOM 8051); compilatori **PASCAL** (SYS51PW); linguaggi con logica a contatti (LadderWORK); ecc.
- Ricca serie di programmi dimostrativi ed esempi di utilizzo forniti sotto forma di sorgenti ampiamente commentati ed eseguibili, per i vari ambienti di sviluppo.

Viene di seguito riportata una descrizione dei blocchi funzionali della scheda, con indicate le operazioni effettuate da ciascuna di essi. Per una più facile individuazione di tali blocchi e per una verifica delle loro connessioni, fare riferimento alla figura 2.

SETTORI DI UTILIZZO

Le possibili applicazioni dei moduli **GMM ACB** sono innumerevoli. Si può citare, ad esempio:

- Il funzionamento come piccoli **nodi intelligenti** con funzionalita' locali come il controllo con algoritmi PID di temperature, motori, valvole, ecc.
- L'uso in **sistemi a logica distribuita** tipo robot, automazioni su macchine di produzione in linea, automazioni di fabbriche di grosse dimensioni.
- La **teleacquisizione** ed il **telecontrollo** su medio brevi distanze.
- L'**automazione domestica** (accensione e spegnimento luci, controllo riscaldamento e condizionamento, supervisione elettrodomestici e servizi elettrici, sistemi di sorveglianza e controllo accesso).
- Il **settore automobilistico** (accensione e spegnimento luci, controllo temperature, supervisione servizi per conducente, sistemi antifurto, diagnostica di funzionamento).
- Da non dimenticare il settore **didattico** dove la **GMM ACB** offre la possibilita' di apprendere il funzionamento di un microcontrollore della famiglia 51 e di sviluppare le sue applicazioni canoniche ad un costo veramente basso. A questo scopo è ideale abbinarla alle schede di supporto **GMM TST** o **GMM TST 2**, che risolvono i problemi dell'alimentazione, del collegamento seriale al PC di sviluppo, del collegamento delle linee del modulo e che allo stesso tempo dispongono di una tastiera a matrice ed un display LCD che consentono di studiare e provare soluzioni a basso costo per l'interfacciamento operatore.
- Tutti i casi in cui si vogliono ridurre i tempi e costi di sviluppo, infatti il modulo può essere utilizzato direttamente su una scheda di supporto dell'utente, come un **macro componente**.

LINEE DI I/O DIGITALE TTL

Il Mini Modulo **GMM ACB** mette a disposizione 34 linee di I/O digitale TTL del microcontrollore Atmel T89c51AC2 raggruppate in quattro port da 8 bit (P0, P1, P2, P3) ed un port da 2 bit (P4).
Per convenzione tutti i segnali dei Port sono designati con i nomi P0.0÷7, P1.0÷7, P2.0÷7, P3.0÷7 e P4.0÷1.
Tali linee sono collegate direttamente al connettore a 40 vie con una disposizione standard comune a tutti i Mini Moduli **grifo®** ed hanno quindi la possibilità di essere direttamente collegate a numerose schede d'interfaccia.
Via software è definibile ed acquisibile la funzionalità, la direzionalità e lo stato di queste linee, con possibilità di associarle anche alle periferiche della scheda (Timer, Counter, Interrupt, A/D, PCA, ecc.), tramite una semplice programmazione di alcuni registri interni del microcontrollore.
Per maggiori informazioni fare riferimento ai paragrafi CONNESSIONI e DESCRIZIONE SOFTWARE PERIFERICHE DI BORDO.

LINEA I2C BUS

Sul connettore della **GMM ACB** sono disponibili i segnali di un'interfaccia I2C BUS,emulata via software, e gestita da due linee di I/O del microcontrollore.
Grazie a questa interfaccia sincrona possono essere collegati dispositivi dotati dello stesso standard di comunicazione in modo da espandere localmente le potenzialità del modulo.
Una ricca serie di esempi software prevede la gestione delle più comuni e diffuse interfacce I2C BUS come A/D e D/A converter, controllori di display, memorie, sensori di temperatura, ecc.
A tale proposito può essere utile esaminare la **K51-AVR** di cui è disponibile sia il manuale tecnico con il relativo schema elettrico che una completa raccolta di esempi in vari linugaggi. In aggiunta si ricordano anche alcuni modelli dei pannelli operatore **QTP** che possono essere comandati lasciando libera l'alternativa linea di comunicazione seriale asincrona.

LINEE ANALOGICHE DI A/D CONVERTER

Il Mini Modulo **GMM ACB** mette a disposizione 8 linee di ingresso analogiche collegate alla sezione A/D converter del microcontrollore. A queste linee possono essere collegati sensori esterni per numerose grandezze fisiche come temperatura, pressione, velocità, peso, ecc. o qualsiasi sistema che fornisca un segnale in tensione compatibile.
Le caratteristiche principali di questa sezione sono: risoluzione di 10 bit; il range d'ingresso massimo 0÷3 V; tempo di conversione tipico su singolo canale di 20 µsec; semplicissima gestione software; generazione interrupt di fine conversione
Le conversioni A/D sono eseguite con la tecnica delle approssimazioni successive e si effettuano tramite un'opportuna manipolazione di appositi registri interni.
Al fine di semplificare la gestione del convertitore A/D, alcuni pacchetti software forniscono delle procedure di utility che gestiscono la sezione in tutte le sue parti.
Per ulteriori informazioni si vedano i documenti nell'appendice A ed il paragrafo CONNESSIONI.

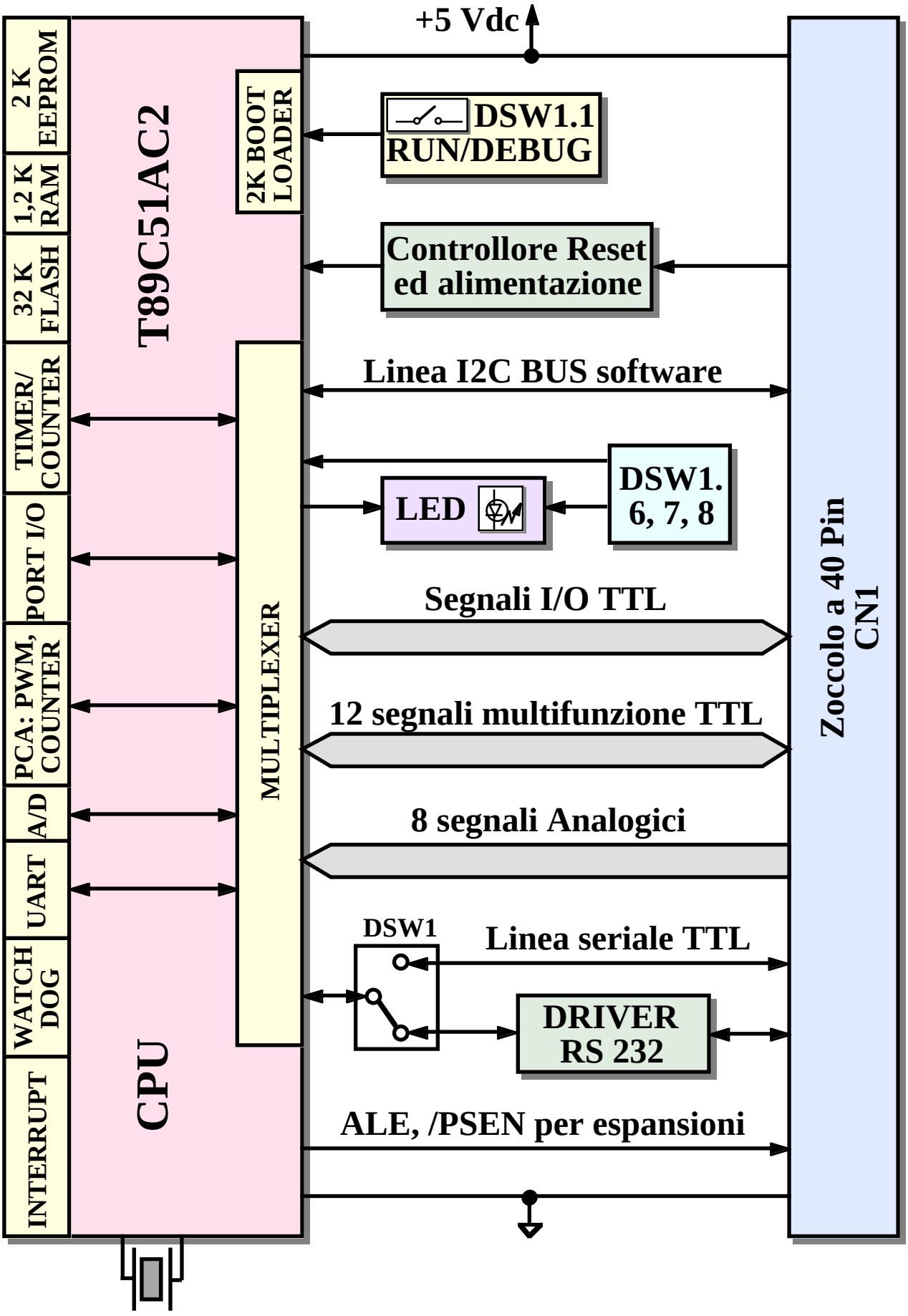


FIGURA 2: SCHEMA A BLOCCHI

MEMORIE

La scheda è dotata di un massimo di 37,25K di memoria variamente suddivisi in:

- **32K** Bytes FLASH EPROM;
- **2K** Bytes FLASH EPROM per il Boot Loader;
- **256** Bytes di IRAM interna;
- **1K** Bytes di ERAM esterna;
- **2K** Bytes di EEPROM.

Tutte le memorie, ad eccezione della FLASH per il Boot Loader, sono a completa disposizione dell'utente sia per il codice che per i dati del suo programma applicativo.
Grazie alla EEPROM del microcontrollore c'è inoltre la possibilità di mantenere i dati anche in assenza di alimentazione. Questa caratteristica fornisce alla scheda la possibilità di ricordare in ogni condizione, una serie di parametri come ad esempio la configurazione o lo stato del sistema.
Qualora le quantità di memorie risultino insufficienti (ad esempio per sistemi di data loghin o applicazioni molto articolate) si possono sempre collegare dei dispositivi di memoria esterni nelle tecnologie SRAM, EEPROM, EPROM e FLASH tramite gli appositi segnali di espansione, oppure tramite l'interfaccia I2C BUS descritta prima.
Il mappaggio e la gestione delle risorse di memoria avviene direttamente all'interno del microcontrollore come descritto nel paragrafo ACCESSO ALLE MEMORIE e nella documentazione del componente riportata in APPENDICE A di questo manuale.

WATCH DOG

Il microcontrollore T89C51AC2 incorpora un Watch Dog hardware programmabile in grado di resettare la CPU se il programma utente non riesce a retriggerarlo entro il tempo di intervento selezionato. Lo scopo principale di questa sezione é quella di conferire al sistema controllato dal Mini Modulo una sicurezza intrinseca che ne garantisce il lavoro in qualsiasi condizione operativa e che evita pericolosi malfunzionamenti non previsti durante lo sviluppo.
Il tempo di intervento della sezione è programmabile in un range piuttosto ampio, da un minimo di circa 6 millisecondi ad 1,7 secondi.
Per ulteriori informazioni si veda la documentazione del microcontrollore o l'appendice A di questo manuale.

CLOCK

Sul modulo **GMM ACB** è presente una circuiteria basata su un quarzo, che si occupa della generazione del segnale di clock per il microcontrollore. Questa circuiteria genera una frequenza di 14,7456 MHz che viene quindi usata direttamente o indirettamente da tutte le periferiche del modulo che richiedono temporizzazioni, ovvero la linea seriale asincrona, i Timer, il Watch Dog, i canali PCA, ecc.
Dal punto di vista delle prestazioni si ricorda che la **GMM ACB** ha la possibilità di impostare la durata di un ciclo macchina a 12 o 6 cicli di clock (X2 mode) e che se paragonata ad una CPU I51 classica, esegue il codice 2 volte più velocemente.

COMUNICAZIONE SERIALE

Lascheda dispone sempre di una linea seriale hardware in cui il protocollo fisico (baud rate, stop bit, bit per chr, parità) è completamente settabile via software tramite la programmazione dei registri interni al microcontrollore.
La linea seriale è collegata al connettore CN1 a livello TTL o RS 232, grazie alla configurazione di alcuni Dip switch di bordo. Quando la scheda deve essere collegata in una rete, collegata a notevole distanza, o collegata ad altri dispositivi che usano diversi protocolli elettrici, si deve interporre un apposito driver seriale esterno (RS 422, RS 485, Current Loop, ecc.). Sul connettore CN1 oltre alle linee di ricezione e trasmissione sono disponibile anche altre linee di I/O gestibili via software che possono essere usate per definire la direzione della linea in caso di RS 485, per abilitare il driver di trasmissione in caso di RS 422 oppure come handshake hardware in caso di RS 232. Ad esempio può essere utilizzato il modulo **MSI 01** che è in grado di convertire la linea seriale TTL in qualsiasi altro standard elettrico in modo comodo ed economico.
Per maggiori informazioni sulla scelta del protocollo elettrico leggere il paragrafo SELEZIONE COMUNICAZIONE SERIALE e contattare direttamente la grifo® se necessario; mentre per dettagli sulla programmazione dei registri con cui impostare il protocollo fisico e gestire la comunicazione fare riferimento alla documentazione del microcontrollore all'appendice A di questo manuale ed ai numerosi esempi forniti.

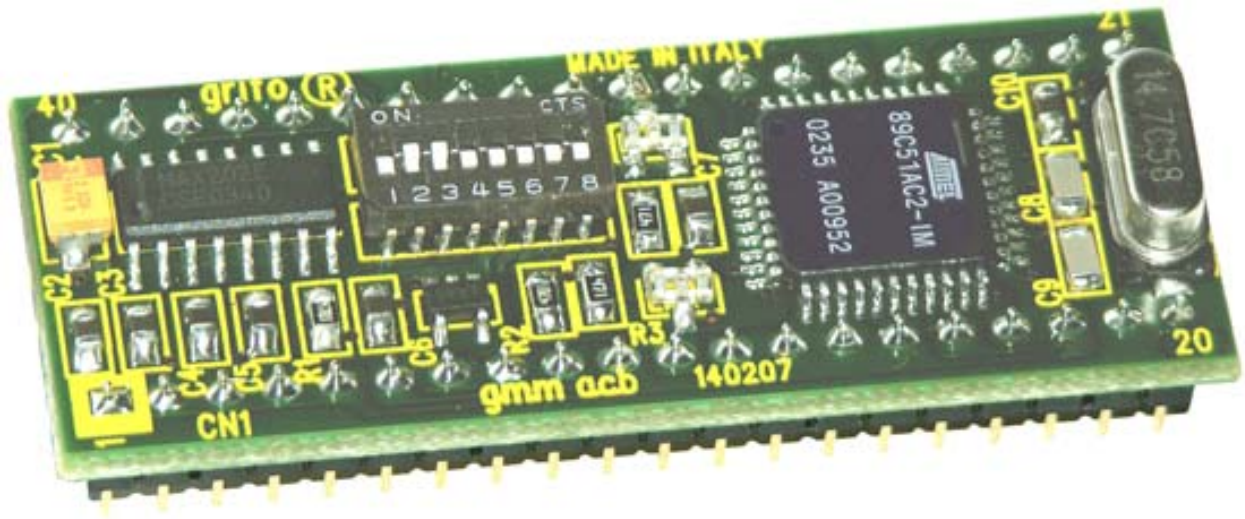


FIGURA 3: VISTA COMPLESSIVA

CONFIGURAZIONE SCHEDA

Allo scopo di rendere configurabile la scheda ed in particolare il programma applicativo sviluppato, è stato previsto un Dip switch ad 8 vie. L'acquisizione via software dello stato di 3 di questi dip, fornisce all'utente la possibilità di gestire diverse condizioni tramite un unico programma, senza dover rinunciare ad altre linee d'ingresso (le applicazioni caratteristiche sono: selezione della lingua di rappresentazione, definizione di parametri del programma, selezione delle modalità operative, ecc).
In aggiunta la scheda ha due LEDs, gestibili via software, che possono essere usati per segnalare visivamente la configurazione attuale della scheda, come descritto negli appositi paragrafi.
Tutte le risorse di configurazione descritte sono completamente gestite via software, tramite la programmazione di appositi registri interni del microcontrollore.
Per ulteriori informazioni si vedano i paragrafi DIP SWITCH, SEGNALAZIONI VISIVE e LEDS DI SEGNALAZIONE.

BUS DI ESPANSIONE

La **GMM ACB** dispone di una interessante ed innovativa caratteristica per i Mini Moduli **grifo®** che é la possibilità di ottenere un BUS di espansione. Collegando alcuni dei segnali presenti sul connettore CN1 ad una semplicissima circuiteria esterna si ottiene un vero e proprio BUS parallelo ad 8 bits completo di linee dati, indirizzi e controllo.
Come descritto nel paragrafo ESPANSIONI ESTERNE con questa caratteristica possono essere collegate sia memorie parallele che numerose periferiche di I/O, ottenendo una crescita inaudita delle potenzialità e quindi delle possibili applicazioni.

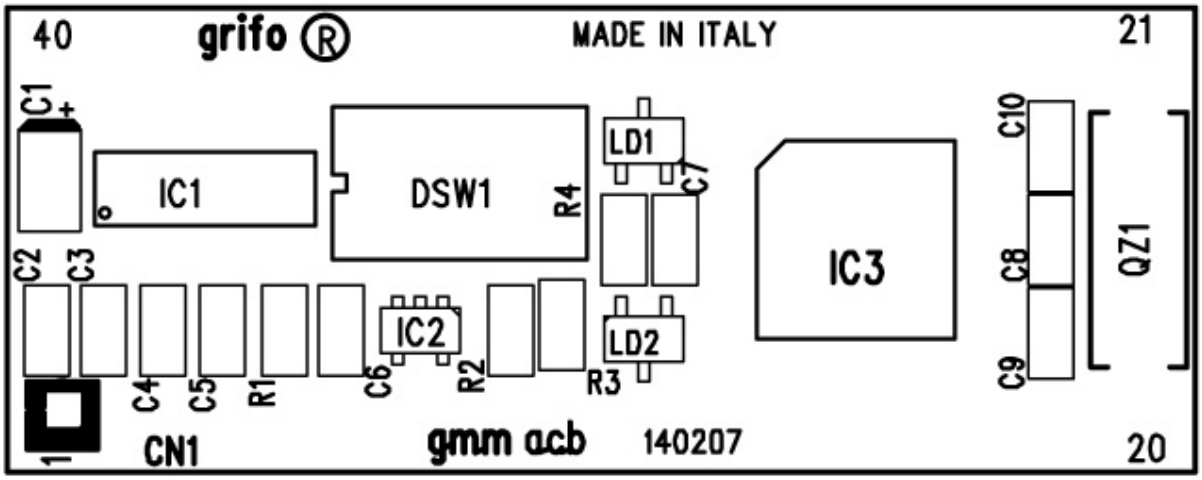


FIGURA 4: PIANTA COMPONENTI (LATO SUPERIORE)

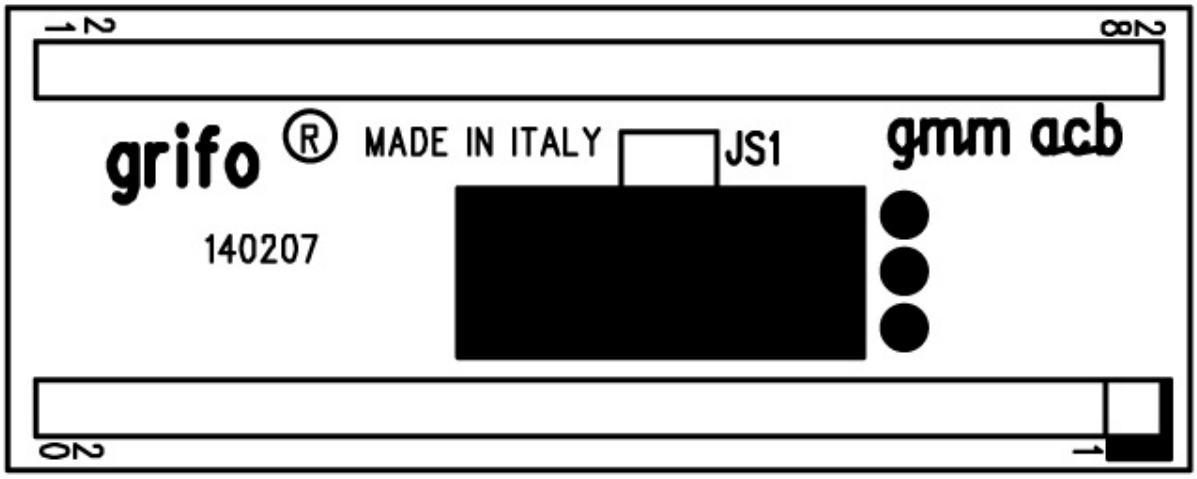


FIGURA 5: PIANTA COMPONENTI (LATO INFERIORE)

CARATTERISTICHE TECNICHE

CARATTERISTICHE GENERALI

Risorse della scheda:	34 linee di I/O digitale TTL 8 ingressi analogici su A/D converter 5 sezioni PCA per comparazione, cattura, PWM, frequenze 1 sezione Watch Dog 3 Timer, Counter multifunzione 14 sorgenti e 4 livelli di interrupt 1 circuiteria di reset e controllo alimentazione 1 linea seriale RS 232 o TTL 1 Dip switch ad 8 vie 2 LEDs di segnalazione
Memorie:	32K Bytes FLASH programma utente 2K Bytes FLASH boot loader 2K Bytes EEPROM dati utente (ultimi 8 Bytes riservati) 1K Bytes ERAM dati utente 256 Bytes IRAM dati utente
Microcontrollore:	Atmel T89C51AC2
Frequenza clock:	14,7465 MHz
Risoluzione A/D:	10 bit
Tempo conversione A/D:	20 µsec
Tempo reset:	tipico 200 msec
Tempo intervento Watch Dog:	programmabile da circa 6 msec ad 1,7 sec

CARATTERISTICHE FISICHE

Dimensioni (L x A x P):	21 x 54 x 13 mm
Peso:	9 g
Connettori:	CN1: zoccolo maschio da 40 piedini, passo 100 mils, largo 600 mils
Range di temperatura:	da 0 a 50 gradi Centigradi
Umidità relativa:	20% fino a 90% (senza condensa)

CARATTERISTICHE ELETTRICHE

Tensione di alimentazione:	+5 Vdc ± 5%		
Consumo di corrente:	48 mA	*	(normale)
	64 mA	*	(massimo)
Range ingressi analogici:	0÷Vref		
Tensione riferimento A/D Vref:	0÷3 V		
Impedenza ingressi analogici:	elevata		
Soglia controllore alimentazione:	tipica 4,65 Vdc		
Protezione RS 232:	±15 kV		

* I dati riportati sono riferiti ad un lavoro a temperatura ambiente di 20 gradi centigradi (per ulteriori informazioni fare riferimento al paragrafo ALIMENTAZIONE).

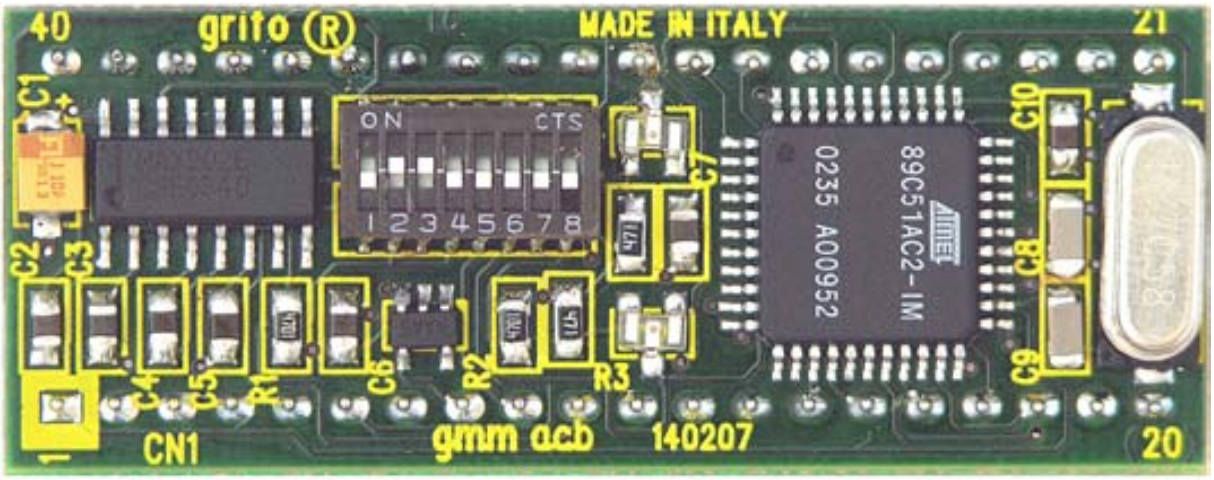


FIGURA 6: VISTA DALL'ALTO

INSTALLAZIONE

In questo capitolo saranno illustrate tutte le operazioni da effettuare per il corretto utilizzo della scheda. A questo scopo viene riportata l'ubicazione e la funzione dei connettori, dei LEDs, Dip switch, ecc. presenti sulla **GMM ACB**.

SEGNALAZIONI VISIVE

Il Mini Modulo **GMM ACB** è dotato delle segnalazioni visive descritte nella seguente tabella:

LED	COLORE	SIGNIFICATO
LD1	Verde	Se acceso, indica che la linea P2.6 (pin 5 del Mini Modulo) è a livello basso (zero volt) o che DSW1.7 è in posizione ON.
LD2	Rosso	Se acceso, indica che la linea P2.7 (pin 6 del Mini Modulo) è a livello basso (zero volt) o che DSW1.6 è in posizione ON.

FIGURA 7: TABELLA DELLE SEGNALAZIONI VISIVE

La funzione principale di questi LEDs è quella di fornire un'indicazione visiva dello stato della scheda, facilitando quindi le operazioni di debug e di verifica il funzionamento di tutto il sistema. Per una più facile individuazione di tali segnalazioni visive, si faccia riferimento alla figura 8, mentre per ulteriori informazioni sull'attivazione dei LED si faccia riferimento al paragrafo LEDS DI SEGNALAZIONE.

ALIMENTAZIONE

Il Mini Modulo deve essere alimentato mediante una tensione di +5 Vdc ± 5% da fornire sugli appositi piedini 20 e 34 di CN1.
Sulla scheda sono state adottate tutte le scelte circuitali e componentistiche che tendono a ridurre la sensibilità ai disturbi ed i consumi, compresa la possibilità di far lavorare il microcontrollore in diverse modalità a basso assorbimento che ad esempio salvaguardano la durata di batterie, nel caso di applicazioni portatili. In dettaglio si possono utilizzare le modalità operative di power down ed idle che consentono di definire la frequenza di lavoro del microcontrollore e sono selezionate programmando l'apposito registro interno PCON. Il programma applicativo sviluppato dall'utente può quindi ridurre il consumo sull'alimentazione ed eventualmente ripristinare il funzionamento normale in corrispondenza di un evento presatbilito come ad esempio un interrupt, variazione di un ingresso digitale e/o analogico, intervallo di tempo trascorso, ecc.
Per ulteriori informazioni si faccia riferimento al paragrafo CARATTERISTICHE ELETTRICHE.

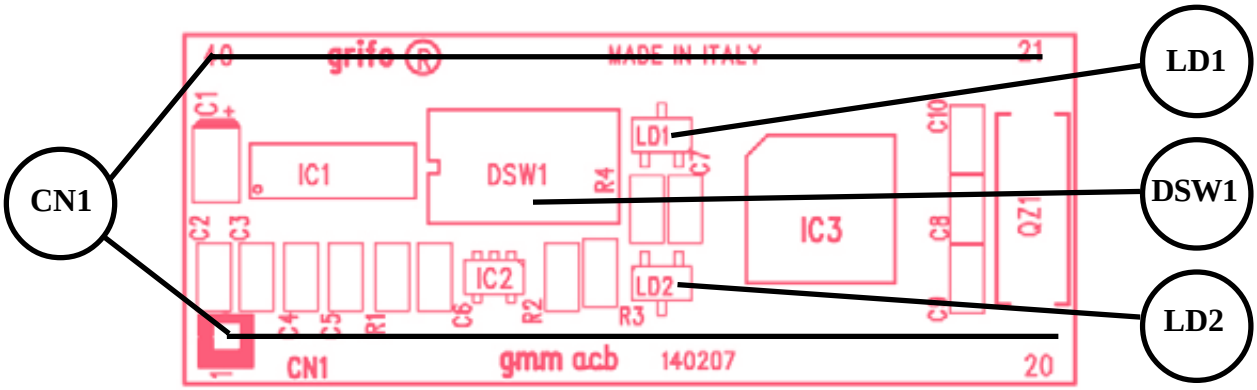


FIGURA 8: DISPOSIZIONE LEDS, CONNETTORI, DIP SWITCH

CONNESSIONI

Il Mini Modulo **GMM ACB** è provvisto di 1 connettore con cui vengono effettuati tutti i collegamenti con il campo e con le altre schede del sistema di controllo da realizzare.
Di seguito viene riportato la disposizione ed il significato dei segnali collegati; per una facile individuazione di tale connettore, si faccia riferimento alla figura 8, mentre per ulteriori informazioni a riguardo del tipo di connessioni, fare riferimento alle figure successive che illustrano il tipo di collegamento effettuato a bordo scheda e presentano alcuni dei collegamenti più frequentemente richiesti.
Tutti i connettori delle schede grifo® rispettano una disposizione segnali standard in modo da poter facilmente sostituire una scheda anche con un modello diverso, senza tempi e costi aggiuntivi.

CN1 - CONNETTORE CON SEGNALI DEL MINI MODULO

Il connettore CN1 è uno zoccolo maschio da 40 piedini con passo 100 mils e larghezza 600 mils. Su questo connettore sono presenti tutti i segnali d'interfacciamento del mini modulo come l'alimentazione, le linee di I/O, le linee di comunicazione seriale sincrona ed asincrona, i segnali delle periferiche hardware di bordo, i segnali di espansione, ecc.
Numerosi piedini di questo connettore hanno una duplice o triplice funzione infatti, via software, alcune sezioni interne del microcontrollore possono essere multiplexate con i segnali di I/O e per completezza la seguente figura li riporta tutti. I segnali presenti su CN1 sono quindi di diversa natura, come descritto nel sucessivo paragrafo INTERFACCIAMENTO CON IL CAMPO e seguono il pin out standardizzato dei Mini Moduli **grifo®**.
Al fine di evitare problemi di conteggio e numerazione la figura 9 descrive i segnali direttamente sulla vista dall'alto della **GMM ACB**, inoltre la serigrafia riporta la numerazione sui 4 angoli della scheda sia sul lato superiore che inferiore.

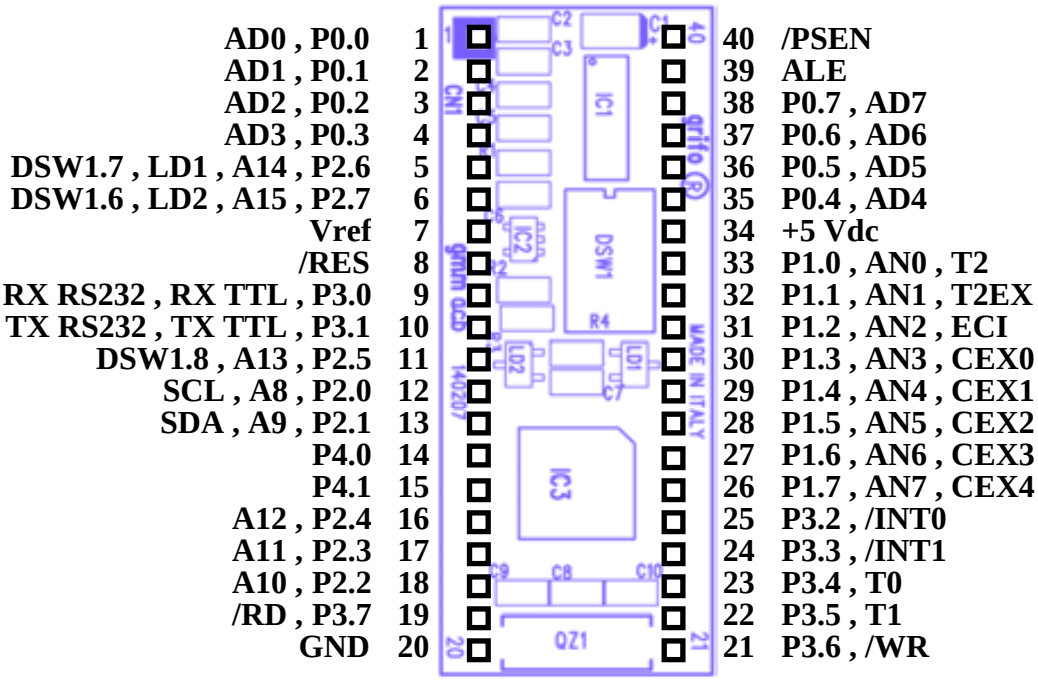


FIGURA 9: CN1 - ZOCCOLO CON SEGNALI DEL MINI MODULO

Legenda:

RX RS232 = I - Receive Data: linea di ricezione seriale bufferata in RS 232
TX RS232 = O - Transmit Data: linea di trasmissione seriale bufferata in RS 232
RX TTL = I - Receive Data: linea di ricezione seriale TTL
TX TTL = O - Transmit Data: linea di trasmissione seriale TTL
Px.n = I/O - Segnale n del Port x di I/O digitale del microcontrollore
DSW1.n = O - Segnale collegato al contatto n del Dip switch DSW1 che chiude verso massa
LDn = O - Segnale collegato al LED di segnalazione LDn
/INTn = I - Linea d'interrupt n del microcontrollore
Tn = I - Segnale collegato alla sezione Timern del microcontrollore
T2EX = I - Segnale di trigger esterno per Timer 2
SCL = I/O - Linea clock dell'interfaccia I2C BUS software

SDA	= I/O	- Linea dati dell'interfaccia I2C BUS software
Vref	= I	- Tensione di riferimento dell'A/D converter
ANn	= I	- Ingressi analogici collegati a sezione A/D converter
CEXn	= I/O	- Segnale collegato alla sezione PCAn (uscite PWM, ingressi cattura e comparazione, ecc.)
ECI	= I	- Ingresso di clock esterno delle sezioni PCA
ADn	= I/O	- Segnali di indirizzo bassi e segnali dati del BUS di espansione
An	= O	- Segnali di indirizzo alti del BUS di espansione
/WR	= O	- Segnale di scrittura area dati del BUS di espansione
/RD	= O	- Segnale di lettura area dati del BUS di espansione
/PSEN	= O	- Segnale di lettura area codice del BUS di espansione
ALE	= O	- Segnale di latch per indirizzi bassi del BUS di espansione
/RES	= I	- Segnale di reset
+5 Vdc	= I	- Linea di alimentazione +5 Vdc
GND	=	- Linea di massa

INTERFACCIAMENTO CON IL CAMPO

Al fine di evitare eventuali problemi di collegamento della scheda con tutta l'elettronica del campo a cui la **GMM ACB** si deve interfacciare, si devono seguire le informazioni riportate in tutto il manuale e le relative figure che illustrano le modalità interne di connessione.

- Per i segnali che riguardano la comunicazione seriale con il protocollo RS 232 fare riferimento alle specifiche standard di questo protocollo.

- Tutti i segnali a livello TTL possono essere collegati a linee dello stesso tipo riferite alla massa digitale della scheda. Il livello 0V corrisponde allo stato logico 0, mentre il livello 5V corrisponde allo stato logico 1. La connessione di tali linee ai dispositivi del campo (fine corsa, encoders, elettrovalvole, relé di potenza, ecc.) deve avvenire tramite apposite interfacce che preferibilmente devono essere optoisolate in modo da mantenere la logica del Mini Modulo separata dagli eventuali disturbi dell'elettronica di potenza.

- I segnali d'ingresso alla sezione A/D devono essere collegati a segnali analogici a bassa impedenza che rispettino il range di variazione ammesso ovvero da 0 a 3 Vdc. Queste indicazioni valgono anche per la tensione di riferimento Vref che inoltre deve essere perfettamente filtrata e stabilizzata.

- I segnali PWM generati dalle sezioni Timer, Counter e PCA, sono a livello TTL e devono essere quindi opportunamente bufferati per essere interfacciati all'azionamento di potenza. Le classiche circuiterie da interporre possono essere dei semplici driver di corrente se é ancora necessario un segnale PWM, oppure un integratore qualora sia necessario un segnale analogico.

- Anche i segnali I2C BUS software sono a livello TTL, come definito dallo stesso standard; per completezza si ricorda solo che, dovendo realizzare una rete con numerosi dispositivi e con una discreta lunghezza, si deve studiare attentamente il collegamento e configurare opportunamente lo stadio d'uscita, le molteplici modalità operative ed il bit rate in modo da poter comunicare in ogni condizione operativa. In ogni collegamento I2C BUS ci devono essere due resistenze di pull up alle estremità della stessa, come definito dalle specifiche standard di questa interfaccia.

DIP SWITCH

A bordo del Mini Modulo **GMM ACB** é presente un Dip switch ad 8 vie, denominato DSW1, con cui è possibile effettuare alcune selezioni che riguardano il modo di funzionamento dello stesso. Nelle seguenti figure ne è riportato l'elenco e la loro funzione nelle varie modalità di connessione.

SWITCH	POSIZIONE	UTILIZZO	DEF.
1	ON	Collega la linea /PSEN del microcontrollore alla massa (zero volt). Se il Mini Modulo viene acceso o resettato in questa condizione si attiva la modalità DEBUG e parte il Boot Loader.	
	OFF	Non collega la linea /PSEN del microcontrollore. Se il Mini Modulo viene acceso o resettato in questa condizione si attiva la modalità RUN e parte il programma memorizzato nella FLASH del microcontrollore.	*
2	ON	Collega il segnale di trasmissione, sul pin 10 di CN1, al driver seriale RS 232. DSW1.4 deve essere aperto per evitare conflitti. Usato in coppia con gli switch 3, 4, e 5.	*
	OFF	Non collega il segnale di trasmissione sul pin 10 di CN1 al driver seriale RS 232, consentendo il collegamento diretto al microcontrollore.	
3	ON	Collega il segnale di ricezione, sul pin 9 di CN1, al driver seriale RS 232. DSW1.5 deve essere aperto per evitare conflitti. Usato in coppia con gli switch 2, 4 e 5.	*
	OFF	Non collega il segnale di ricezione, sul pin 9 di CN1, al driver seriale RS 232, consentendo il collegamento diretto al microcontrollore..	
4	ON	Collega il segnale di trasmissione, sul pin 10 di CN1, direttamente al microcontrollore. DSW1.2 deve essere aperto per evitare conflitti. Usato in coppia con gli switch 2, 3 e 5.	
	OFF	Non collega il segnale di trasmissione, sul pin 10 di CN1, al microcontrollore, consentendo il collegamento al driver seriale RS 232	*
5	ON	Collega il segnale di ricezione, sul pin 9 di CN1, direttamente al microcontrollore. DSW1.3 deve essere aperto per evitare conflitti. Usato in coppia con gli switch 2, 3 e 4.	
	OFF	Non collega il segnale di ricezione, sul pin 9 di CN1, al microcontrollore, consentendo il collegamento al driver seriale RS 232.	*
6	ON	Collega il pin 6 del Mini Modulo a massa. Questo condizione pone a livello logico 0 il segnale P2.7 del microcontrollore, agendo come ingresso di configurazione acquisibile via software. Inoltre accende il LED LD2.	
	OFF	Non collega il pin 6 del Mini Modulo lasciando il segnale P2.7, ed il LED LD2, gestibili da utente.	*

FIGURA 10: TABELLA UTILIZZO DIP SWITCH (1 DI 2)

SWITCH	POSIZIONE	UTILIZZO	DEF.
7	ON	Collega il pin 5 del Mini Modulo a massa. Questa condizione pone a livello logico 0 il segnale P2.6 del microcontrollore, agendo come ingresso di configurazione acquisibile via software. Inoltre accende il LED LD1.	
	OFF	Non collega il pin 5 del Mini Modulo lasciando il segnale P2.6, ed il LED LD1, gestibili da utente.	*
8	ON	Collega il pin 11 del Mini Modulo a massa. Questa condizione pone a livello logico 0 il segnale P2.5 del microcontrollore, agendo come ingresso di configurazione acquisibile via software.	
	OFF	Non collega il pin 11 del Mini Modulo lasciando il segnale P2.5 gestibile da utente.	*

FIGURA 11: TABELLA UTILIZZO DIP SWITCH (2 DI 2)

Nelle precedenti tabelle l'***** (asterisco) indica la configurazione di default, ovvero quella impostata in fase di collaudo, con cui la scheda viene fornita. L'utente può verificare la configurazione base ricevuta, anche nell'appendice C del manuale.
Per individuare facilmente la posizione del Dip switch si faccia riferimento alla figura 8.

INTERRUPTS

Una caratteristica peculiare della **GMM ACB** è la notevole potenza nella gestione delle interruzioni. Di seguito viene riportata una breve descrizione di quali sono i dispositivi che possono generare interrupts e con quale modalità; per quanto riguarda la gestione di tali interrupts si faccia riferimento alla documentazione del microprocessore oppure all'appendice A di questo manuale.

- Pin 25 di CN1 -> Genera un /INT0 = P3.2 sul microcontrolore.
- Pin 24 di CN1 -> Genera un /INT1 = P3.3 sul microcontrolore.
- Periferiche di bordo -> Generano un interrupt interno. In particolare le possibili sorgenti d'interrupt interno sono le sezioni: Timer 0, Timer 1, Timer 2, PCA, UART, A/D converter, ecc.

Complessivamente il modulo dispone di 14 sorgenti d'interrupt e di 4 livelli di priorità ed incorporata nel microcontrollore si trova la logica di gestione degli interrupt che consente di attivare, disattivare, mascherare le sorgenti e che regolamenta l'attivazione contemporanea di più interrupts. In questo modo l'utente ha sempre la possibilità di rispondere in maniera efficace e veloce a qualsiasi evento esterno, stabilendo anche la priorità delle varie sorgenti.

RESET, CONTROLLO ALIMENTAZIONE, WATCH DOG

Sulla **GMM ACB**, sono presenti tre diverse sorgenti di reset, che possono essere così riassunte:

1) Circuiteria di controllo alimentazione che attiva il reset quando la tensione di alimentazione scende al di sotto della soglia di 4,65 Vdc.

2) Segnale collegato al pin 8 di CN1, attivo basso, che può essere collegato anche ad un semplice pulsante normalmente aperto e che, una volta premuto, collega il segnale /RES alla massa GND. La sua funzione principale é quella di uscire da condizioni di loop infinito, soprattutto durante la fase di debug oppure per rieseguire il programma applicativo senza dover interrompere l'alimentazione della scheda.

3) Circuiteria di Watch Dog, interna al microcontrollore, molto efficiente e di facile gestione software. In dettaglio le caratteristiche di questa circuiteria sono le seguenti:
   - funzionamento astabile;
   - tempo d'intervento programmabile via software da circa 6 msec fino a circa 1700 msec;
   - attivazione via software tramite doppia scrittura consecutiva su registri di gestione;
   - retrigger via software.

   Nel funzionamento astabile una volta scaduto il tempo d'intervento, la circuiteria si attiva, rimane attiva per il tempo di reset e poi si disattiva nuovamente. Si ricorda che la funzione principale della circuiteria di Watch Dog é quella di conferire una sicurezza intrinseca per la corretta esecuzione del programma da parte della scheda. Infatti se il programma non é più eseguito regolarmente, non effettua il retrigger periodico della circuiteria e questa quindi interviene resettando la scheda, come descritto. Per maggiori informazioni sulla circuiteria di Watch Dog e sull'operazione di retrigger, fare riferimento alla documentazione del microcontrollore oppure all'appendice A di questo manuale.

Per le prime due sorgenti, la circuiteria di reset rimane attiva per 200 msec e poi si disattiva, mentre per la terza rimane attiva solo per pochi µsec. A questo punto tutte le sezioni della scheda vengono resettate per garantire una condizione di azzeramento generale la scheda riprende l'esecuzione del programma salvato in FLASH all'indirizzo 0000H.
La circuiteria di reset così realizzata assicura il corretto funzionamento della scheda e dell'eventuale elettronica collegata, in ogni condizione operativa e soprattutto nella sempre difficile fase di accensione e spegnimento.

SELEZIONE COMUNICAZIONE SERIALE

La linea di comunicazione seriale asincrona della scheda **GMM ACB** può essere bufferata in RS 232 o TTL. Nel caso venga bufferata in RS 232, i segnali della linea sono protetti da scariche fino a ±15 KV.
Dal punto di vista software sulla linea può essere definito il protocollo fisico di comunicazione tramite la programmazione di alcuni registri interni del microprocessore.
La selezione del protocollo elettrico avviene via hardware e richiede un'opportuna configurazione del Dip switch di bordo, come descritto nelle precedenti tabelle; l'utente può autonomamente passare da una configurazione all'altra seguendo le informazioni riportate di seguito:

- LINEA SERIALE SETTATA IN TTL

DSW1.2 = OFF
DSW1.3 = OFF
DSW1.4 = ON
DSW1.5 = ON

FIGURA 12: ESEMPIO COLLEGAMENTO SERIALE TTL

- LINEA SERIALE SETTATA IN RS 232 (configurazione default)

DSW1.2 = ON
DSW1.3 = ON
DSW1.4 = OFF
DSW1.5 = OFF

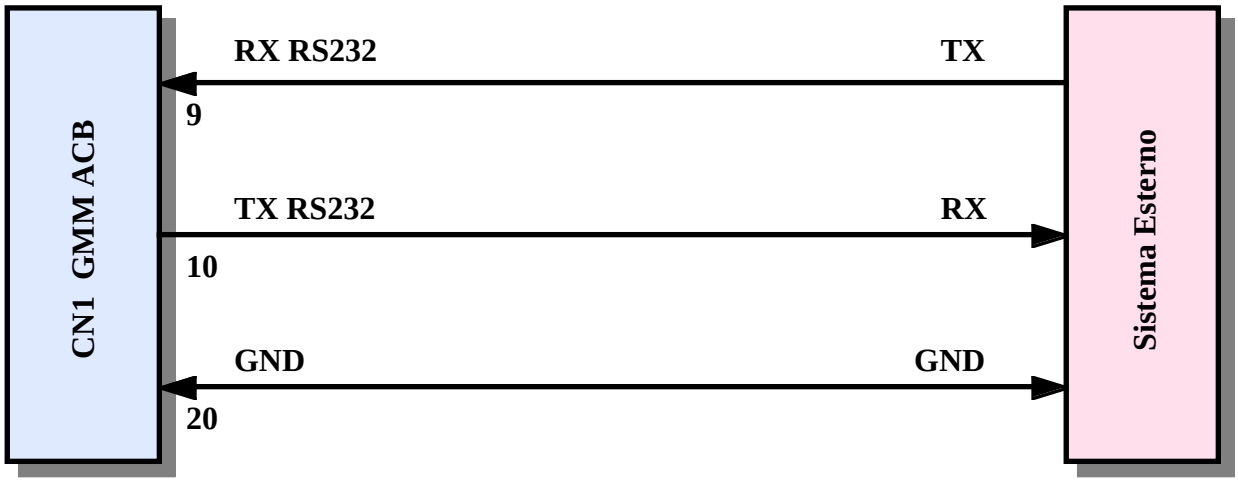


FIGURA 13: ESEMPIO COLLEGAMENTO SERIALE RS 232

SELEZIONE MODO OPERATIVO

Come descritto nella figura 10 e nei successivi paragrafi il Dip switch DSW1.1 seleziona il modo operativo del Mini Modulo **GMM ACB**. In particolare sono disponibili 2 modi operativi corrispondenti alle seguenti configurazioni:

DSW1.1		Modo operativo
OFF	->	Modalità RUN
ON	->	Modalità DEBUG

In modalità RUN a seguito di un'accensione o reset parte sempre il programma applicativo salvato in FLASH indipendentemente dalle condizioni esterne, mentre in modalità DEBUG parte il Boot Loader del microcontrollore.
Programmi per PC come il **FLIP** comunicano con il Boot Loader attraverso la porta seriale e permettono di leggere, cancellare e riscrivere le memorie di bordo del microcontrollore in modalità ISP .
La programmazione ISP (In System Programming) riduce i costi ed i tempi di sviluppo dell'applicazione, infatti elimina la necessità di usare EPROM esterne, programmatori, cancellatori, ecc. Per ulteriori informazioni sulla programmazione ISP si prega di consultare il capitolo COME INIZIARE oppure la specifica documentazione tecnica rilasciata dalla ATMEL.

BUS DI ESPANSIONE

Sul connettore CN1 sono disponibili tutti i segnali necessari per creare un BUS esterno al Mini Modulo che consente di collegare numerosi dispositivi e quindi di espandere le risosrse e le funzionalità della **GMM ACB**.
Le caratteristiche fondamentali del BUS di espansione sono elencate nei seguenti punti:

- BUS di tipo parallelo.
- Dotato di 8 bits di dati e 16 bits di indirizzi.
- Completo dei segnali di controllo necessari per effettuare sia accessi su area dati che su area codice, secondo le modalità tipiche del microcontrollore.
- Spazi di indirizzamento massimi: 32K Bytes in area codice, 64K Bytes in area dati.
- Semplice circuiteria d'interfacciamento che normalmente richiede un solo latch (ad esempio un componente 74HCT573) che memorizza lo stato della parte bassa degli indirizzi multiplexati con i dati.
- Adatto al collegamento di memorie parallele esterne come SRAM, EPROM, FLASH EPROM, EEPROM.
- Adatto al collegamento di qualsiasi periferica esterna dotata a sua volta di un BUS parallelo, come controllori di I/O digitali, A/D converter, D/A converter, controllori di comunicazione seriale (CAN, USB, seriali asincrone, ecc.), contatori hardware, ecc.
- Il BUS di espansione può essere facilmente usato per ricreare un'interfaccia standard **ABACO® I/O BUS** su cui sono già disponibili numerose schede periferiche **grifo®** pronte all'uso.
- Facile gestione software del BUS di espansione che viene indirizzato con tutte le istruzioni di accesso alla memoria esterna disponibili nel microcontrollore o nel linguaggio di programmazione scelto.

Gli schemi a blocchi nelle seguenti figure illustrano in maniera semplificata la realizzazione del BUS di espansione per entrambe le modalità di indirizzamento disponibili.

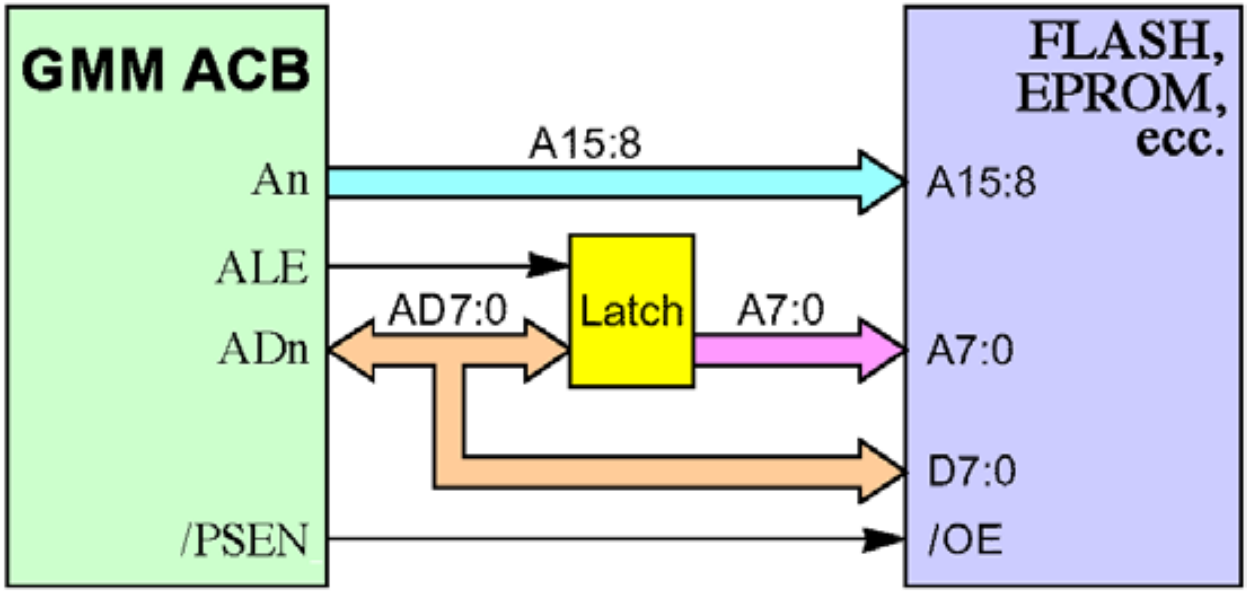


FIGURA 14: BUS ESPANSIONE PER AREA CODICE

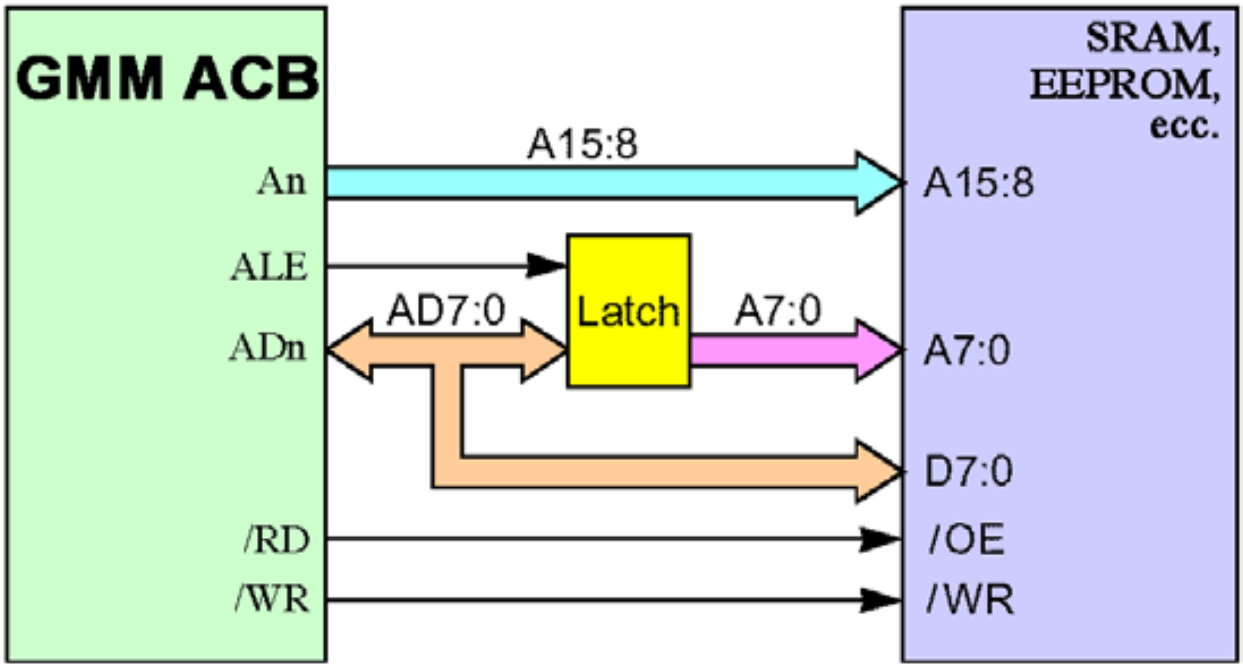


FIGURA 15: BUS ESPANSIONE PER AREA DATI

Per schemi elettrici dettagliati e/o maggiori informazioni contattare direttamente la grifo® ed esaminare la documentazione tecnica del microcontrollore.

SCHEDE DI SUPPORTO

Il Mini Modulo **GMM ACB** può essere utilizzato come macro componente per alcune schede di supporto sia sviluppate dall'utente che già disponibili nel carteggio **grifo®**. Nei sucessivi paragrafi vengono illustrate gli abbinamenti con le schede di supporto più interessanti.

UTILIZZO CON MODULO GMB HR168

La **GMB HR168** si distingue per essere una scheda che fornisce ai Mini Moduli da 28 o 40 pin di essere collegati ai segnali del campo tramite delle apposite circuiterie di potenza optoisolate, in modo da essere facilmente e velocemente installati nei quadri elettrici del sistema da realizzare
La descrizione completa del prodotto è disponibile nel relativo foglio e manuale tecnico, mentre in questo paragrafo sono riportate le potenzialità offerte e la configurazione richiesta da questa accoppiata.
La **GMB HR168** permette facilmente di:

- alimentare il Mini Modulo tramite lo switching di bordo che accenta un ingresso ad ampio range sia in continua che alternata;

- riportare sedici linee dei port di I/O sugli ingressi optoisolati che possono essere indifferentemente di tipo NPN o PNP. Lo stato di tutti i 16 ingressi viene visualizzato tramite LEDs verdi e gialli. Essendo le linee multiplexate con le periferiche interne è possibile creare rapidamente funzioni evolute come contatori, riconoscimento combinazioni, gestore di eventi; ecc.;

- fornire una alimentazione galvanicamente isolata per gli ingressi NPN o PNP, in modo da poter collegare all'esterno dei semplici ed economici contatti puliti;

- riportare otto linee dei port di I/O su uscite a Relè visualizzate tramite LEDs rossi;

- avere l'interfaccia I2C BUS, completa di alimentazione, su un connettore dedicato;

- collegare la linea di comunicazione seriale tramite un connettore AMP MODU II da 8 vie;

- bufferare, esternamente al Mini Modulo, i segnali della linea seriale TTL in RS 422, RS 485 o Current Loop passivo;

- collegare i segnali PWM su un connettore AMP MODU II da 8 vie;

- fornire la tensione di riferimento per la sezione A/D e collegare un ingresso analogico;

- con l'opzione **.RTC**, avere a bordo un Real Time Clock capace di gestire ora e data, generare interrupt periodici e dotato di 240 bytes di SRAM, tamponati con una batteria al Litio;

- cablare facilmente tutti i segnali tramite connettori a morsettiera con rapida estrazione ed altri connettori standard;

- effettuare un montaggio meccanico su barra ad omega.

FIGURA 16: ACCOPPIATA GMB HR168 + GMM ACB

La seguente configurazione consente di usare l'accoppiata **GMB HR168** + **GMM ACB** in modalità RUN, con linea seriale in RS 232:

*Configurazione **GMM ACB***

DSW1.1	=	OFF
DSW1.2	=	ON
DSW1.3	=	ON
DSW1.4	=	OFF
DSW1.5	=	OFF
DSW1.6	=	OFF
DSW1.7	=	OFF
DSW1.8	=	OFF

*Configurazione **GMB HR168***

J1 , J2	=	2-3
J3 , J4	=	non connessi
J5	=	2-3
J6 , J7 , J8	=	2-3
J9	=	non connesso
J10	=	1-2 , 4-5
J11	=	1-2
J12	=	connesso
J13 , J19 , J20	=	non connessi
J14	=	1-2
J15	=	1-2
J16	=	2-3
J17	=	2-3
J18	=	2-3

Cavo collegamento seriale con PC di sviluppo = **AMP8 Cable** con vaschetta D9 Femmina.

UTILIZZO CON SCHEDA GMM TST E GMM TST 2

Nel carteggio **grifo®** le **GMM TST** e **GMM TST 2** si distinguono per essere le schede valutative progettate esplicitamente per fare da supporto ai Mini Moduli **GMM xxx** da 28 e 40 pins.
La **GMM TST 2** é un'evoluzione della **GMM TST**, ma per il mini modulo **GMM ACB** possono essere usate entrambe indifferentemente. Nel presente manuale si descrive la **GMM TST 2** ma l''utente può facilmente usare l'altro modello seguendo le indicazioni del relativo manuale tecnico. Nell'appendice B viene riportato anche lo schema elettrico completo della **GMM TST 2**.
La **GMM TST 2** permette di:

- alimentare il Mini Modulo tramite l'alimentatore lineare di bordo che accenta un ingresso ad ampio range sia in continua che alternata;

- riportare le linee dei port di I/O e dell'A/D converter su connettori a scatolino compatibili con lo standard **I/O ABACO®** su cui sono disponibili schede di pilotaggio I/O digitali di diversi tipi (relé, transistor, ingressi optoisolati, LEDs e pulsanti, ecc.);

- collegare la linea seriale RS 232 tramite un connettore a vaschetta D9 femmina;

- impostare e visualizzare lo stato di 2 linee di I/O, del Mini Modulo e tramite pulsanti e LEDs di colori differenti, escludibili tramite jumper;

- generare feedback sonori mediante il buzzer di bordo;

- fornire la tensione di riferimento per la sezione A/D;

- azzerare il Mini Modulo montato tramite un comodo pulsante di reset;

- sviluppare rapidamente e confortevolmente applicazioni di interfaccia utente avvalendosi della tastiera a matrice 4x4 da 16 tasti e del display LCD retroilluminato da 2 righe di 20 caratteri;

- sviluppare una scheda di supporto secondo le esigenze dell'utente, partendo dallo schema elettrico fornito;

- gestire la programmazione del Mini Modulo tramite appositi programmatori ISP esterni (caratteristica non utilizzabile con la **GMM ACB**).

La seguente configurazione consente di usare l'accoppiata **GMM TST 2** + **GMM ACB** in modalità RUN, con linea seriale in RS 232:

*Configurazione **GMM ACB***			*Configurazione **GMM TST 2***		
DSW1.1	=	OFF	J1	=	2-3
DSW1.2	=	ON	J2	=	2-3
DSW1.3	=	ON	J3	=	1-2
DSW1.4	=	OFF	J4	=	2-3
DSW1.5	=	OFF	J5	=	2-3
DSW1.6	=	OFF	J6	=	2-3
DSW1.7	=	OFF	J7	=	2-3
DSW1.8	=	OFF			

Cavo collegamento seriale con PC di sviluppo = **CCR 9+9E** (ovvero cavo prolunga con vaschetta D9 Femmina e D9 Maschio).

FIGURA 17: ACCOPPIATA GMM TST + GMM ACB

In corrispondenza del primo ordine viene fornita una ricca serie di programmi dimostrativi che consentono di utilizzare sia le risorse del Mini Modulo, che quelle della scheda di supporto, immediatamente.

COME INIZIARE

In quest o capitolo vengono illustrate le operazioni da effettuare per iniziare ad usare la **GMM ACB** in maniera rapida e lineare, senza dover affrontare alcun problema tipico del primo uso.
Il capitolo é composto da alcune parti comuni ed altre che invece si differenziano a seconda dell'ambiente di sviluppo usato.
Inoltre si ipotizza che l'utente disponga degli accessori (di alimentazione e collegamento seriale) e di un PC provvisto dei requisiti minimi necessari ad eseguire i programmi descritti nei seguenti punti; tale PC viene identificato con il nome PC di sviluppo ed i suoi requisiti sono riportati nella documentazione degli stessi programmi usati.

A) PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTI

A1) Per prima cosa dovete effettuare il collegamento seriale tra il Mini Modulo **GMM ACB** ed il PC di sviluppo, ovvero collegare i due segnali di comunicazione (TX RS232, RX RS232) e la massa di riferimento (GND). Naturalmente questa connessione varia a seconda dell'eventuale scheda di supporto usata ed in generale é quella riportata nella seguente figura.

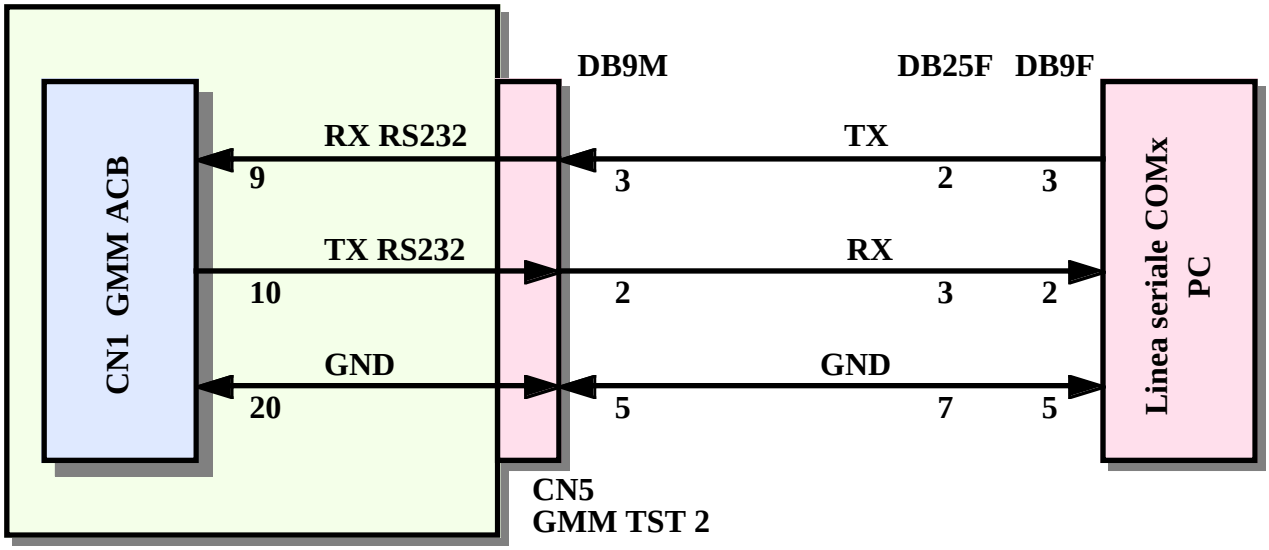


FIGURA 18: COLLEGAMENTO SERIALE RS 232 TRA GMM ACB E PC

Come si può notare dalla figura 18, in caso di utilizzo dell'accoppiata **GMM TST 2 + GMM ACB**, il cavo di collegamento seriale coincide con un normale cavo dritto con vaschetta D9 (quelli ad esempio usati per la comunicazione con Modem RS 232) che può essere anche ordinato alla grifo® specificando il codice **CCR 9+9E**.

A2) Provvedere un'alimentazione adeguata: in caso di utilizzo del solo mini modulo tale alimentazione deve essere fornita come descritto nel paragrafo ALIMENTAZIONE, ad esempio usando un alimentatore da laboratorio. Qualora si utilizzi una accoppiata si possono sfruttare diverse sorgenti di alimentazione, come descritto nel manuale tecnico della scheda di supporto usata.

B) PROVA PROGRAMMA DEMO SALVATO NEL MINI MODULO

B1) Avviare il programma di emulazione terminale **HYPERTERMINAL** sul PC di sviluppo ed impostare la comunicazione a:

Connetti:	*direttamente a COMx (quella usata al punto A1)*
Bit per secondo:	*19200*
Bit di Dati:	*8*
Parità:	*Nessuna*
Bit di Stop:	*1*
Controllo di flusso:	*Nessuno*

Si ricorda che HYPERTERMINAL é un programma fornito assieme al sistema operativo Windows e può essere facilmente lanciato seguendo il percorso: *Avvio* | *Programmi* | *Accessori* | *Comunicazioni* | *HyperTerminal*. In alternativa si possono usare anche altri programmi, come l'emulatore terminale incorporato nel compilatore **BASCOM 8051**.

B2) Impostare la modalità RUN, ovvero posizionare il Dip switch DSW1.1 della **GMM ACB** in posizione OFF.

B3) Fornire l'alimentazione o resettare il Mini Modulo e verificare che il LED, od i LEDs, lampeggino continuamente e che sul monitor del PC di sviluppo compaia la presentazione del programma demo. Ogni **GMM ACB**, in caso di primo acquisto, viene fornita con il rispettivo programma demo già programmato nella FLASH interna e configurato per farlo partire all'accensione con le funzionalità descritte.
Se non vedete accadere quanto descritto, riverificate l'alimentazione, la connessione seriale e che DSW1.1 sia in OFF.

B4) Eseguire le funzioni del demo in modo da provare le risorse disponibili sul Mini Modulo e verificarne gli effetti: l'utente può interagire con il demo usando il PC di sviluppo come una console.

B5) Terminata la prova del demo, togliere alimentazione alla **GMM ACB**.

B6) Uscire dal programma **HYPERTERMINAL** sul PC di sviluppo.

C) RIPROGRAMMAZIONE DELLA FLASH CON PROGRAMMA DEMO

C1) Sul CD **grifo®** ricevuto, localizzare e quindi installare sul disco rigido del PC di sviluppo il programma di utility **FLIP**. Questo gestisce la programmazione ISP della FLASH presente sulla **GMM ACB** e comunica con il Boot Loader presente sullo stesso modulo.
In alternativa potete trovare l'ultima versione gratuita di questo programma sul sito Atmel: *www.atmel.com*.

C2) Creare sul disco rigido del PC di sviluppo una cartella in cui intendete salvare tutto il lavoro svolto.

C3) Individuare il programma demo della **GMM ACB** sul CD **grifo®** ricevuto: tale file ha il nome rappresentato alla partenza dello stesso programma, al punto B3, ed è raggiungibile a partire dalla pagina iniziale seguendo il percorso: *Italiano* | *Programmi di Esempio* | *Programmi Mini Moduli e Mini Block*. Nella tabella che compare si deve cliccare il pallino rosso situato all'incrocio tra la colonna con il linguaggio di programmazione usato e la riga con il nome della scheda (**GMM ACB** o **GMM AC2**).

C4) Copiare tutti i file presenti dalla cartella individuata al punto precedente, alla cartella di lavoro creata al punto C2. A copia ultimata assicurare che i file su disco rigido abbiano l'attributo di *Sola lettura* disattivo.

TIPO DI SCHEDA	GET	ASM	Ladder	Abaco® Link BUS	BASIC CBZ80	BASIC BASCOM 8051	BASIC BASCOM AVR	PIC BASIC	BASIC VARI	MCS® Basic 52	C	PASCAL	TIPO DI CPU / BLOCK
VARI	-	-	-	-	-	●	-	-	-	-	-	-	-
CAN GM0	●	-	-	-	-	●	-	-	-	-	●	-	Atmel T89C51cc03 - 8051 Code
CAN GM1	●	-	-	-	-	●	-	-	-	-	●	-	Atmel T89C51cc01 - 8051 Code
CAN GM2	●	-	-	-	-	●	-	-	-	-	●	-	Atmel T89C51cc02 - 8051 Code
GMM 5115	●	-	-	-	-	●	-	-	-	-	●	-	Atmel T89C5115 - 8051 Code
GMM 876	●	-	-	-	-	-	-	●	-	-	-	-	Microchip PIC16F876A - PIC 14 Code
GMM 932	●	-	-	-	-	●	-	-	-	-	-	-	PHILIPS P89LPC932 - 8051 Code
GMM AC2	●	-	-	-	-	●	-	-	-	-	●	-	Atmel T89C51AC2 - 8051 Code
GMM AM08	●	-	-	-	-	-	●	-	-	-	-	-	Atmel ATMega08 - AVR Code
GMM AM32	●	-	-	-	-	-	●	-	-	-	-	-	Atmel ATMega32 - AVR Code
GMB HR84	●	-	-	-	-	●	●	●	-	-	●	-	Mini Block 8 input opto 4 output relè
GMB HR168	●	-	-	-	-	●	-	-	-	-	●	-	Mini Block 16 input opto 8 output relè

FIGURA 19: TABELLA ESEMPI

C5) Impostare la modalità DEBUG, ovvero posizionare il Dip switch DSW1.1 della **GMM ACB** in posizione ON.

C6) Togliere e, successivamente, ridare alimentazione al Mini Modulo, oppure resettarlo.

C7) Lanciare il programma **FLIP** installato al punto C1. Salvo diverse impostazioni effettuate durante la stessa installazione si può usare il collegamento *Avvio* | *Programmi* | *ATMEL* | *FLIP x.y.z* | *FLIP*.

C8) Selezionare il dispositivo da programmare, premendo il primo pulsante in alto a sinistra, poi scegliendo il nome *T89C51AC2* nella finestra che appare e premendo *OK*:

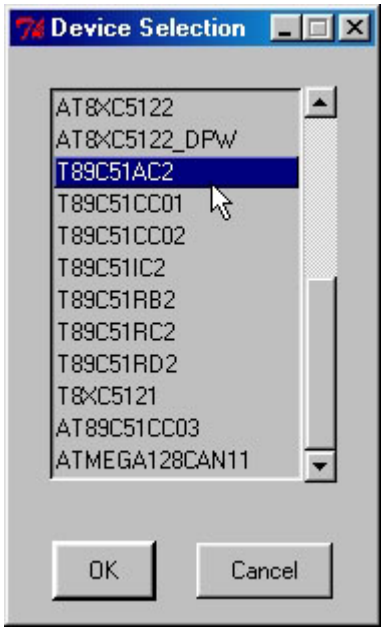


FIGURA 20: FINESTRA SETTAGGIO FLIP (1 DI 3)

C9) Impostare la modalità di comunicazione per la programmazione ISP ovvero premere il secondo pulsante in alto da sinistra, scegliendo in sequenza: *RS 232*, la *porta* seriale del PC collegata al punto A1, *115200 Baud* e quindi premendo il pulsante *Connect*. A questo punto il FLIP instaura la comunicazione con il Boot Loader del microcontrollore e compila una serie di dati nella sua finestra principale.
Se la comunicazione non si instaura e dopo circa 20 secondi appare la finestra *Timeout Error*, potete abbassare la velocità di comunicazione da 115200 a 19200 Baud e ricontrollare i punti precedenti.

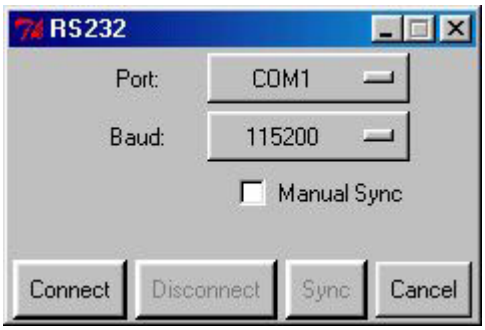


FIGURA 21: FINESTRA SETTAGGIO FLIP (2 DI 3)

C10) Caricare il file da programmare nella FLASH (ovvero quello con estensione .HEX copiato al punto C4) premendo il terzo pulsante da destra e selezionando il file tramite la finestra di dialogo rappresentata. Nel riquadro *FLASH Buffer Information* appaiono varie informazioni sul file appena caricato; in particolare la voce *HEX File:* deve riportare il nome del file.

C11) Spuntare tutte le caselle del riquadro *Operations Flow* come in figura 22, in modo che il **FLIP** esegua sequenzialmente le quattro operazioni di: cancellazione, verifica di cancellazione, programmazione e verifica di programmazione.

C12) A questo punto assicurarsi che la finestra principale del **FLIP** si presenti come in figura 22, in particolare per le voci *Size:*, *X2*; *Device SSB* e *BSB / EB / SBV*.

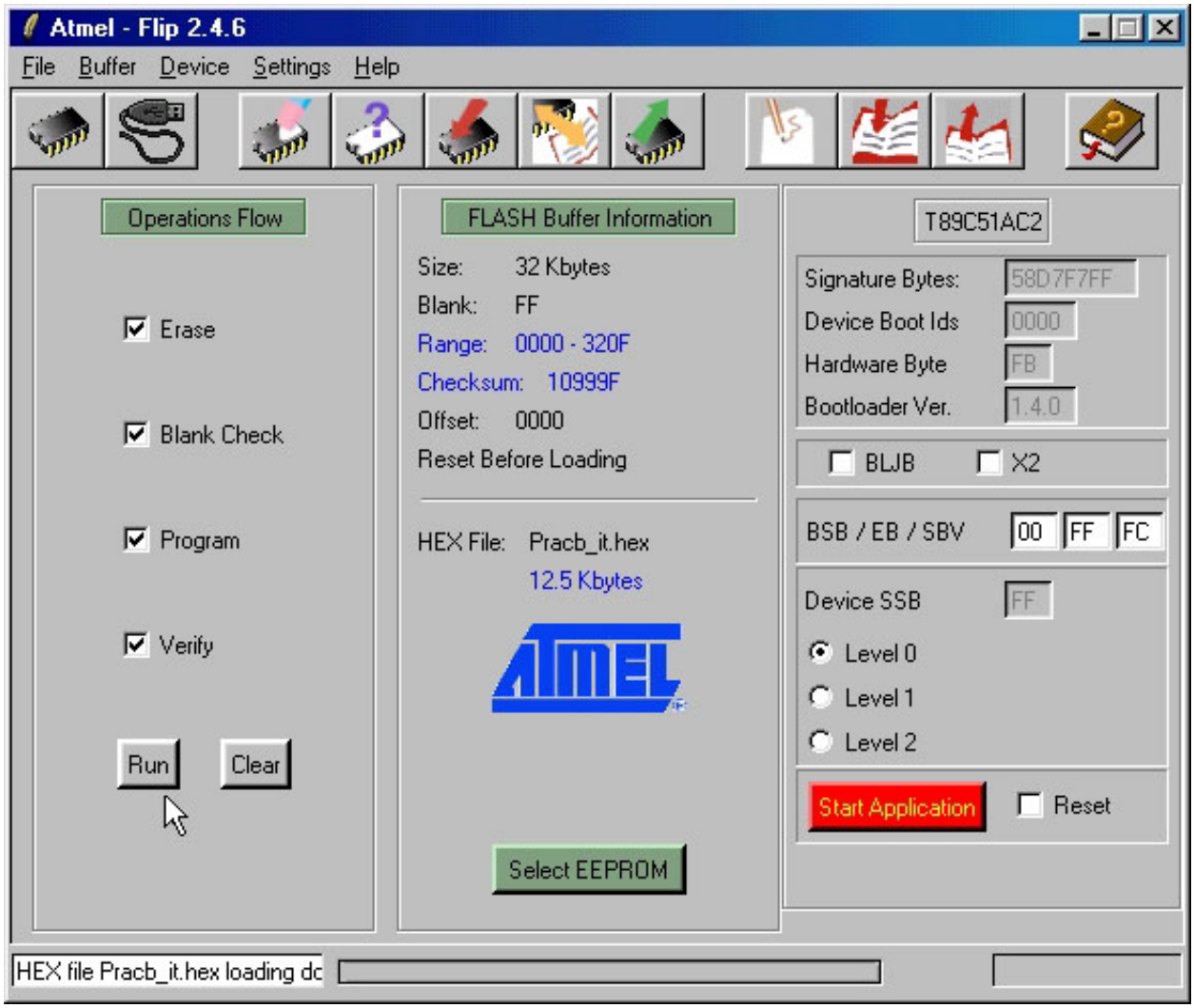


FIGURA 22: FINESTRA SETTAGGIO FLIP (3 DI 3)

C13) Premere il pulsante *Run* nella finestra principale per avviare le operazioni ISP impostate, che programmeranno la FLASH interna con il codice caricato.

C14) Attendere la fine delle operazioni ISP. Nel riquadro in basso a sinistra si può vedere l'operazione in corso affiancata da una barra a scorrimento che indica il suo stato di avanzamento; le caselle di spunto diventano rosse durante l'esecuzione e poi verdi man mano che la rispettiva operazione viene completata. Si deve quindi aspettare che la casella *Verify* diventi verde.

C15) A questo punto la FLASH é programmata ed il **FLIP** può essere chiuso.

C16) Riprovare il programma demo appena riprogrammato ripetendo i passi B1÷B6.

Al fine di velocizzare le operazioni sopra descritte, che devono essere ripetute ad ogni prova del programma applicativo, si può conveniente usare la modalità BatchISP del **FLIP** corredata di un adeguato file di comando, con le seguenti istruzioni:

-device T89C51AC2
-hardware RS232
-port COM1
-baudrate 115200
-operation
memory FLASH
erase F
loadbuffer "<file utente>.HEX"
addrange 0x0000 0x7FFF
program
verify

Per ulteriori informazioni sulla programmazione ISP e sull'uso del programma **FLIP** si prega di consultare la specifica documentazione rilasciata dalla ATMEL.

D) CREAZIONE DEL CODICE ESEGUIBILE DEL PROGRAMMA DEMO

D1) Installare l'ambiente di sviluppo scelto per realizzare programma applicativo, sul disco rigido del PC. Come descritto nel capitolo AMBIENTI DI SVILUPPO sono disponibili diversi pacchetti in modo da soddisfare le richieste di ogni utente,ma qui si rpresentano quelli più diffusi, ovvero il **BASCOM 8051**, **µC/51** e **LADDER WORK**. Per informazioni dettagliate su questi prodotti si faccia riferimento al relativo manuale d'uso oppure all'aiuto in linea.

D2) Accertarsi che al punto C4 dal CD **grifo®** siano stati copiati tutti i file e non solo l'eseguibile .HEX, del demo. In dettaglio nella cartella di lavoro devono essere presenti il/i file sorgenti, i file di progetto, i file di definizione provvisti delle seguenti estensioni a seconda dell'ambiente di sviluppo usato:

Ambiente di sviluppo	Linguaggio	Sorgente	Progetto	Definizioni	Ambiente
BASCOM 8051	BASIC	.BAS	-	.DAT	-
µC/51	C	.C	.MAK	.H	.WSP
LADDER WORK	LADDER	.PJN	.PJN	-	-

D3) Ricompilare il sorgente usando l'ambiente di sviluppo scelto, in modo da ottenere il file .HEX identico a quello ricevuto e già usato nel punto C. Questa operazione si differenzia notevolmente a seconda dell'ambiente di sviluppo utilizzato, pertanto di seguito vengono esposti i passi dettagliati opportunamente suddivisi:

D3A) RICOMPILAZIONE CON BASCOM 8051

D3A1) Copiare il file di definizione .DAT descritto al punto D2 nella cartella di installazione del **BASCOM 8051**: *\MCS Electronics\BASCOM8051*

D3A2) Eseguire il **BASCOM 8051** ed una volta entrati nel suo IDE, caricare il file sorgente (con estensione .BAS), tramite il menu *File* | *Open*:

FIGURA 23: CARICAMENTO SORGENTE CON BASCOM 8051

D3A3) Aprire la finestra di configurazione del compilatore **BASCOM 8051**, tramite il comando *Option*|*Compiler*|*Misc*, effettuare le impostazioni riportate nella seguente figura ed al termine confermare con il pulsante *Ok*.
Si ricorda che l'impostazione del campo *Register file* deve coincidere con il microprocessore usato ed é possibile solo se il file di definizione é stato correttamente copiato, come descritto al punto D3A1.

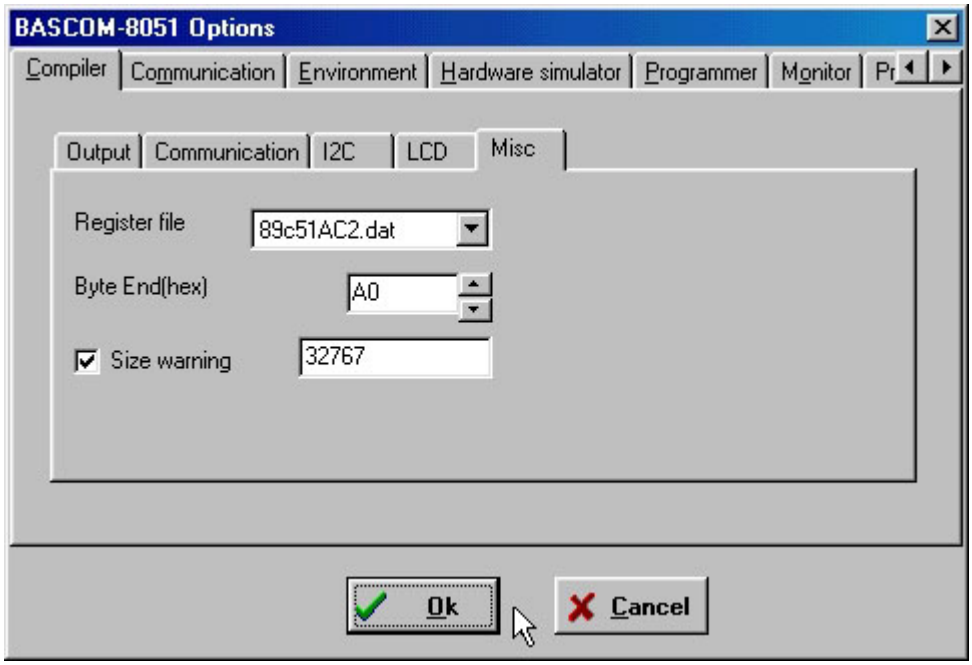


FIGURA 24: CONFIGURAZIONE COMPILATORE BASCOM 8051

D3A4) Ricompilare il sorgente del programma demo con una semplice pressione del tasto rapido *F7*, oppure selezionare il comando *Program* | *Compile*, e verificare che non avvengano errori. In questo modo si deve ottenere il file .HEX, identico a quello presente sul disco **grifo®** e già usato nei punti C.

La compilazione impiega un tempo che dipende dal PC usato; in ogni caso si deve attendere il completamento di entrambe le passate opportunamente segnalate da una finestra di stato che compare durante la stessa compilazione, e verificare che al termine non siano riportati errori nella parte bassa dell'IDE. In altre parole al termine si deve presentare una situazione simile a quella riportata nella seguente figura.

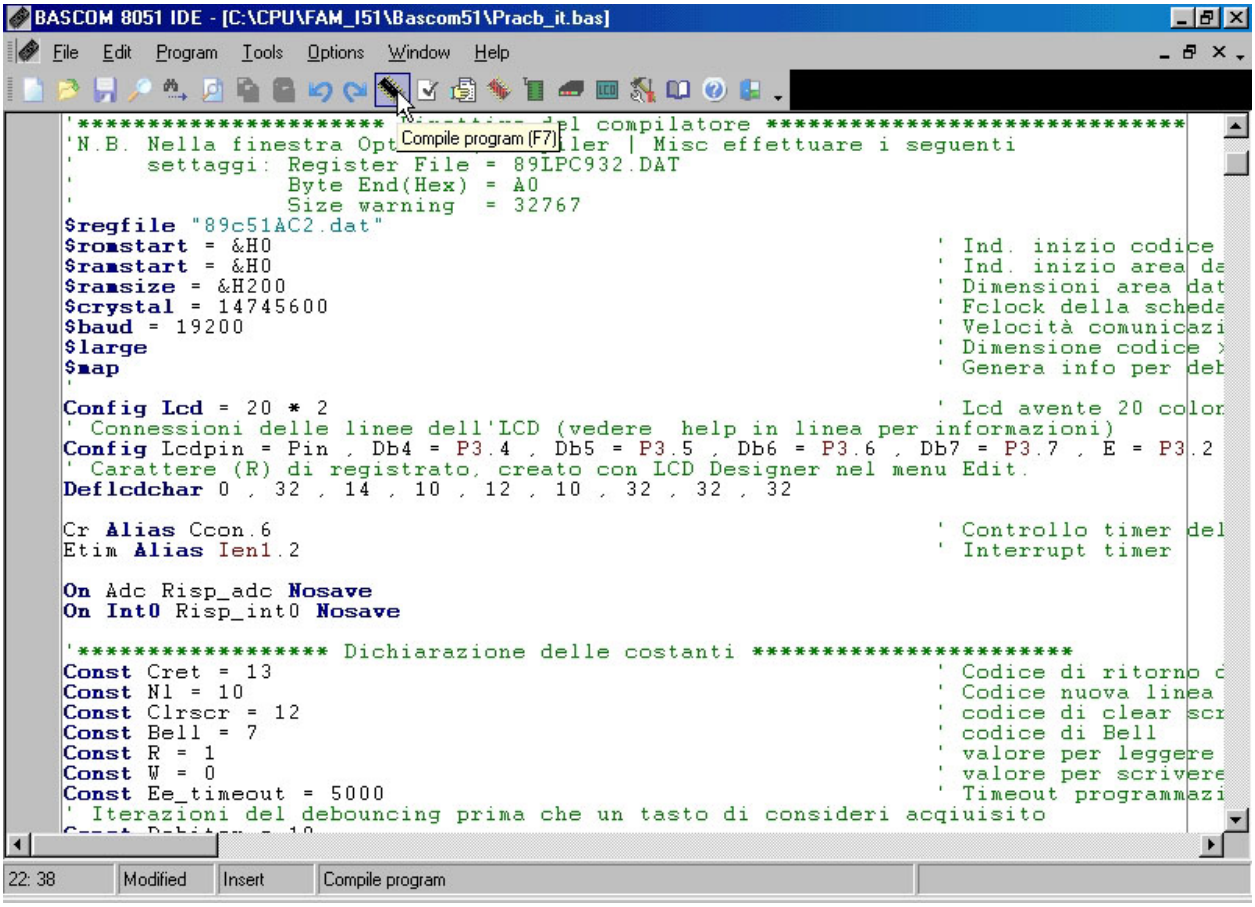


FIGURA 25: COMPILAZIONE CON BASCOM 8051

D3B) RICOMPILAZIONE CON µC/51

D3B1) Il pacchetto di sviluppo **µC/51** é provvisto di due ambienti distinti. Il primo, coincide con l'IDE JFE editor ovvero un programma che comprende un editor, un rappresentatore di dipendenze ad albero ed un esecutore di programmi esterni. Questo può essere configurato con appositi programmi in modo da effettuare tutte le operazioni necessarie allo sviluppo del programma applicativo.
Il secondo comprende un editor denominato uEdit con cui si può esaminare e modificare il sorgente ed un gestore di progetti, denominato UmShell, che può compilare il sorgente ed ottenere quindi il codice eseguibile per la **GMM ACB**.
I seguenti passi illustrano le operazioni basilari per entrambi gli ambienti del **µC/51** mentre per informazioni dettagliate sull'uso dei vari programmi descritti si rimanda alla documentazione fornita con il pacchetto.

D3B2) Usando il JFE editor si deve prima lanciare l'omonimo programma dal menù di avvio di Windows e quindi aprire il file di ambiente relativo al demo, con estensione .WSP, tramite il menu *File* | *Open*.Workspace. Qualora questo file non sia disponibile l'utente può generarlo, oppure usare gli altri programmi uEdit e UmShell descritti dopo.

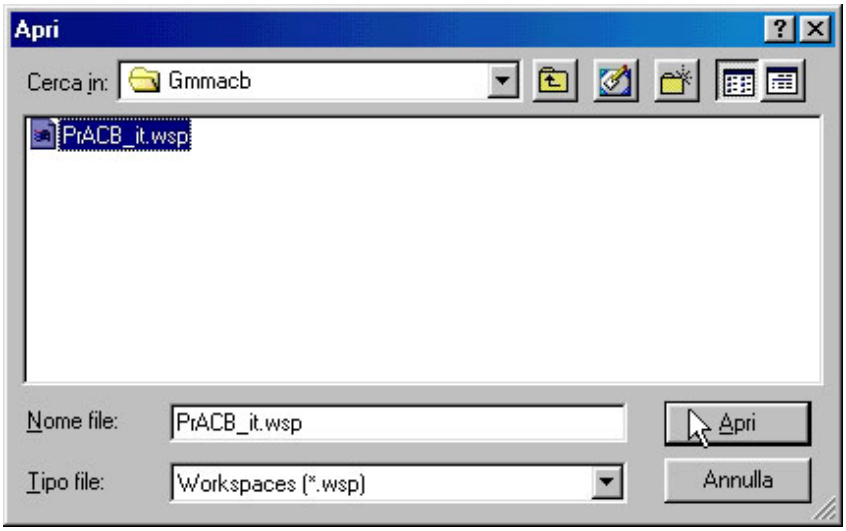


FIGURA 26: CARICAMENTO AMBIENTE CON µC/51 E JFE

A questo punto tutto é già predisposto e per creare il codice eseguibile del programma ed é sufficiente premere il pulsante *RE-MAKE* sulla riga dei pulsanti del JFE, verificando che non avvengano errori, come illustrato nella seguente figura.

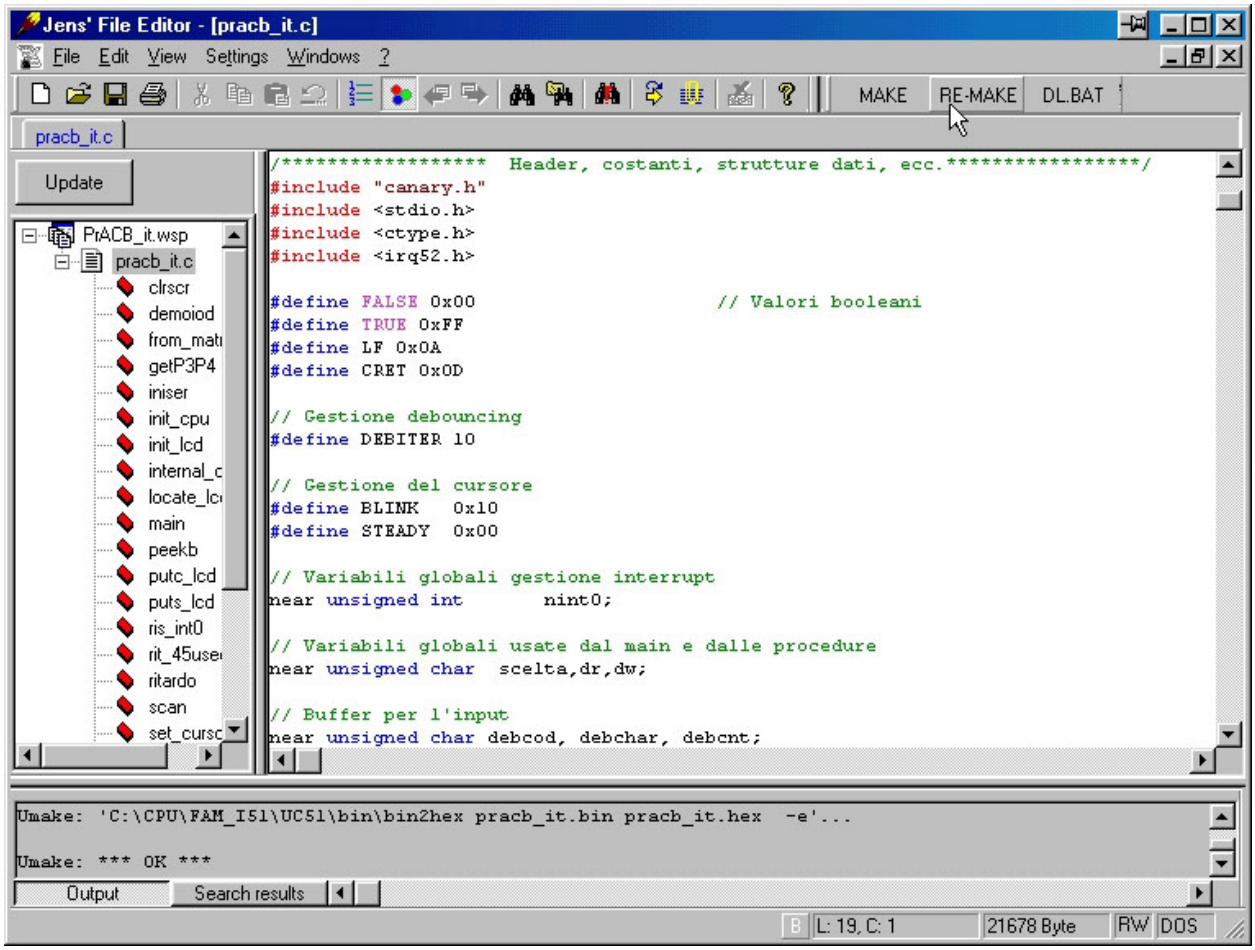


FIGURA 27: COMPILAZIONE CON µC/51 E JFE

Al termine della compilazione si ottiene il file .HEX, identico a quello presente sul disco **grifo®** e già usato nei punti C.

D3B3) Usando invece il uEdit e l'UmShell si deve innanzitutto lanciare il primo programma dal menù di avvio di Windows e quindi aprire il file sorgente del demo, con estensione .C, tramite il menu *File* | *Open*:

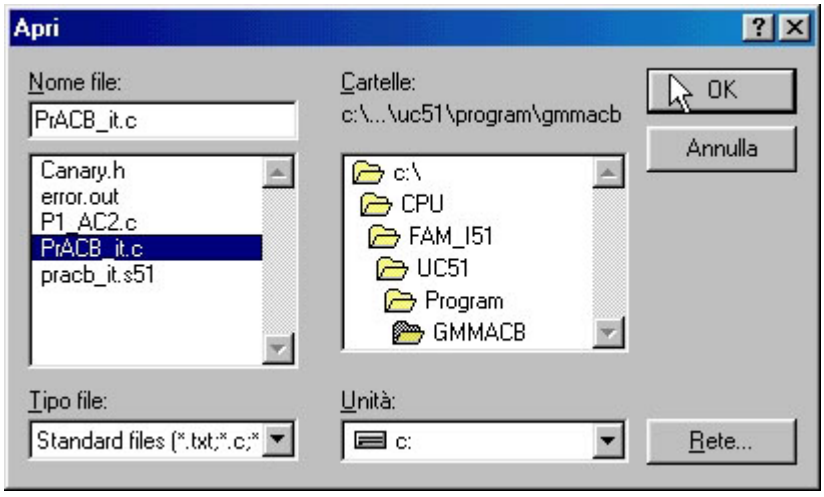


FIGURA 28: CARICAMENTO SORGENTE CON µC/51 ED UEDIT

D3B4) Continuando ad usare il uEdit e l'UmShell si deve poi lanciare il secondo programma dal menù di avvio di Windows e quindi aprire il file di progetto del demo, con estensione .MAK, tramite il menu *File* | *Open*:

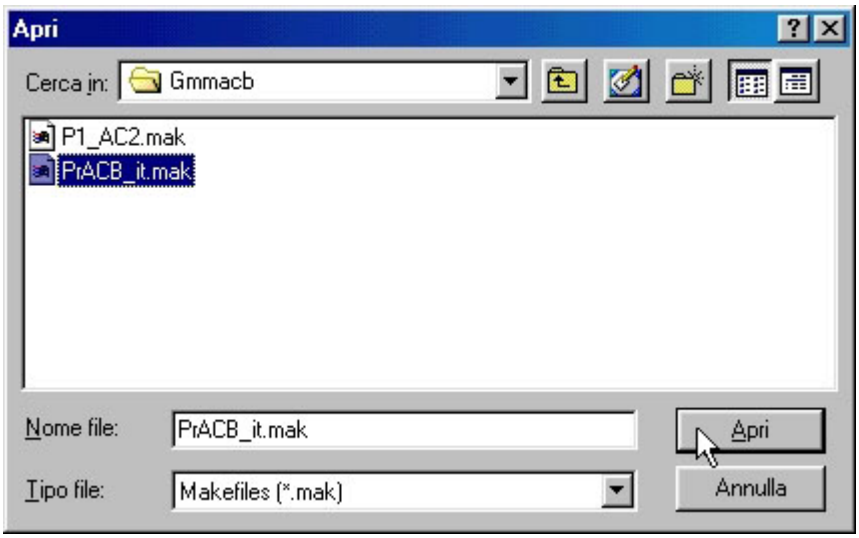


FIGURA 29: CARICAMENTO PROGETTO CON µC/51 ED UMSHELL

Il file di progetto definisce tutte le modalità di compilazione del sorgente e stabilisce quindi le caratteristiche del programma eseguibile generato, in termini di allocazione codice, allocazione area dati, ottimizzazioni, gestione della console, ecc.

D3B5) Usando sempre il uEdit e l'UmShell, a questo punto si deve compilare il sorgente premendo il secondo pulsante da destra dell'UmShell, oppure usando il suo menù *Make* | *Remake Target*. Durante la compilazione si deve verificare che non avvengano

errori ed al termine si ottiene il file .HEX, identico a quello presente sul disco **grifo®** e già usato nei punti C.
La compilazione impiega un tempo che dipende dal PC usato, in ogni caso si deve attendere il completamento di tutte le fasi opportunamente segnalate nella finestra dell'UmShell in modo da ottenere una condizione simile a quella riportata nella seguente figura.

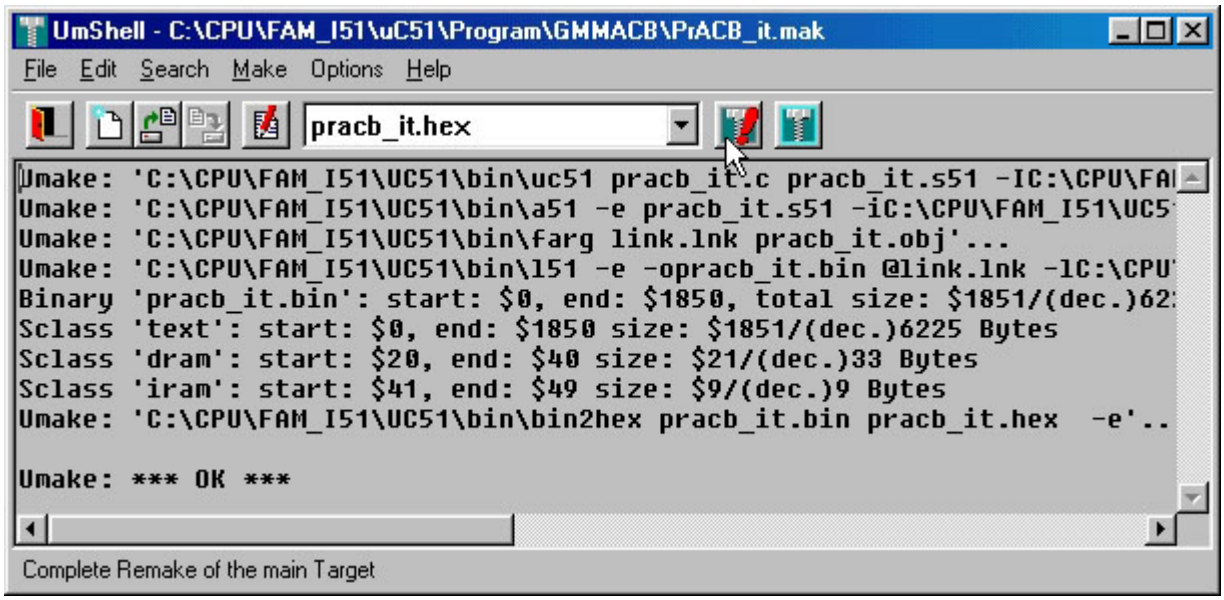


FIGURA 30: COMPILAZIONE CON µC/51 ED UMSHELL

D3C) RICOMPILAZIONE CON LADDER WORK

D3C1) Una volta lanciato l'IDE del **LADDER WORK**, dal menù di avvio di Windows, aprire lo schematico del programma demo (con estensione .PJN) tramite il menu *File* | *Open*:

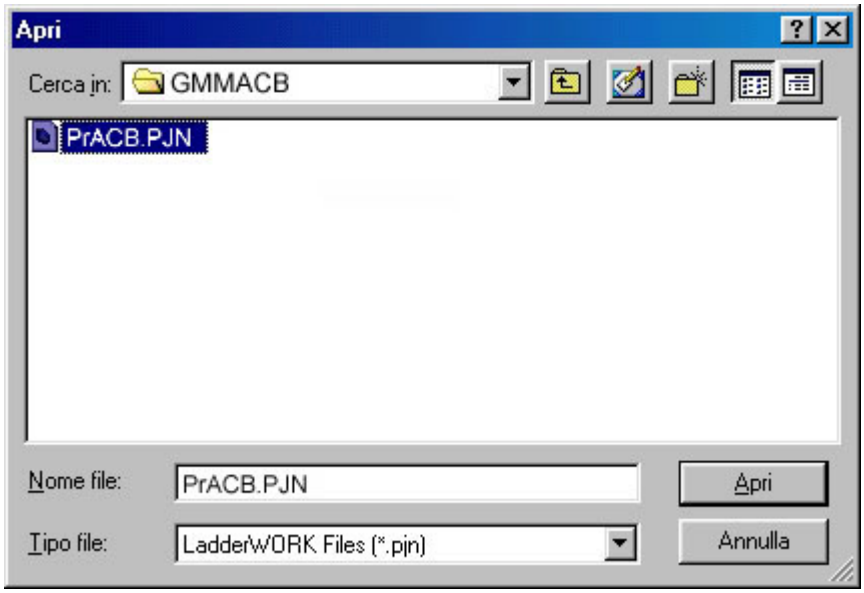


FIGURA 31: CARICAMENTO SCHEMATICO CON LADDER WORK

D3C2) Assicurarsi che il profilo scelto per la compilazione sia quello relativo al Mini Modulo **GMM ACB**:

FIGURA 32: CONFIGURAZIONE COMPILATORE CON LADDER WORK

D3C3) Compilare il sorgente premendo il primo pulsante da destra:

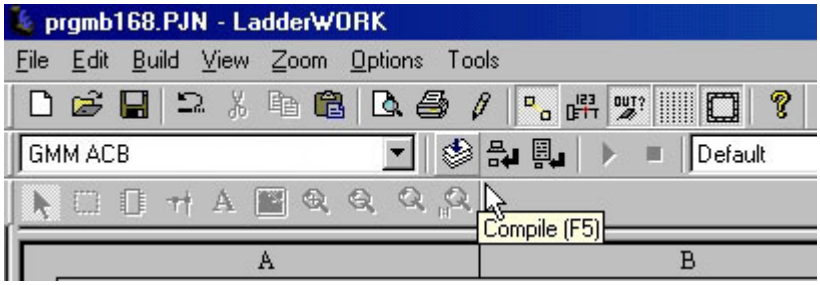


FIGURA 33: COMPILAZIONE CON LADDER WORK

D3C4) Durante la compilazione non si devono presentare errori come nella seguente figura:

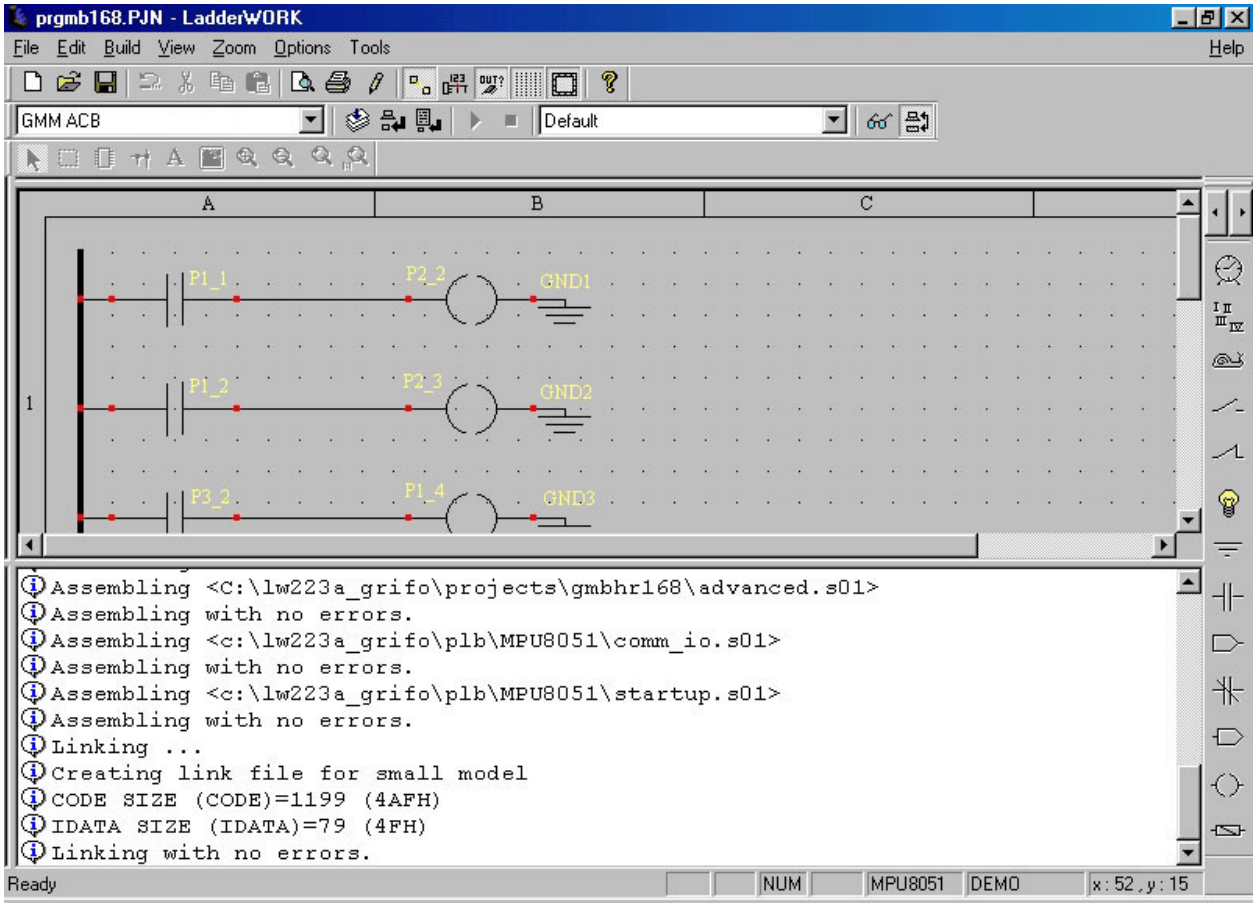


FIGURA 34: RISULTATO COMPILAZIONE CON LADDER WORK

La compilazione impiega un tempo che dipende dal PC usato, in ogni caso si deve attendere il completamento di tutte le fasi opportunamente segnalate nella finestra in basso dell'IDE. Al termine si ottiene il file .HEX, identico a quello presente sul disco **grifo®** e già usato nei punti C.

D4) Rieffettuare il salvataggio e la prova del file .HEX ottenuto dalla compilazione, ripetendo i punti C5÷C16.

D5) Se durante l'esecuzione dei passi sopra elencati si presenta un problema od un'anomalia si consiglia all'utente di rileggere e ripetere i passi con attenzione e qualora il malfunzionamento persista, di contattare direttamente la **grifo®**.
In caso di esecuzione corretta di tutte le fasi sopra descritte l'utente ha realizzato e salvato il suo primo programma applicativo coincidente con il demo del Mini Modulo **GMM ACB**.
A questo punto è possibile modificare il sorgente del programma demo in modo da soddisfare le richieste dell'applicazione da realizzare e ricompilarlo, riprogrammarlo e riprovarlo (passi da B1 a D4) in modo ciclico, fino a quando si ottiene la funzionalità desiderata.
In merito alle impostazioni del **FLIP** si ricorda che queste possono essere effettuate solo la prima volta infatti lo stesso programma mantiene gli ultimi settaggi utilizzati; in alternativa si può usare la modalità batch, che oltretutto può essere anche integrata nell'ambiente di sviluppo, in modo da velocizzare la fase di programmazione e prova del programma.
Raggiunto questo obiettivo si può eliminare il PC di sviluppo, ovvero:

E) PREPARAZIONE DEFINITIVA DELL'APPLICAZIONE

E1) Impostare modalità RUN (DSW1.1=OFF) e scollegare il PC. di sviluppo, se non richiesto dall'applicazione.

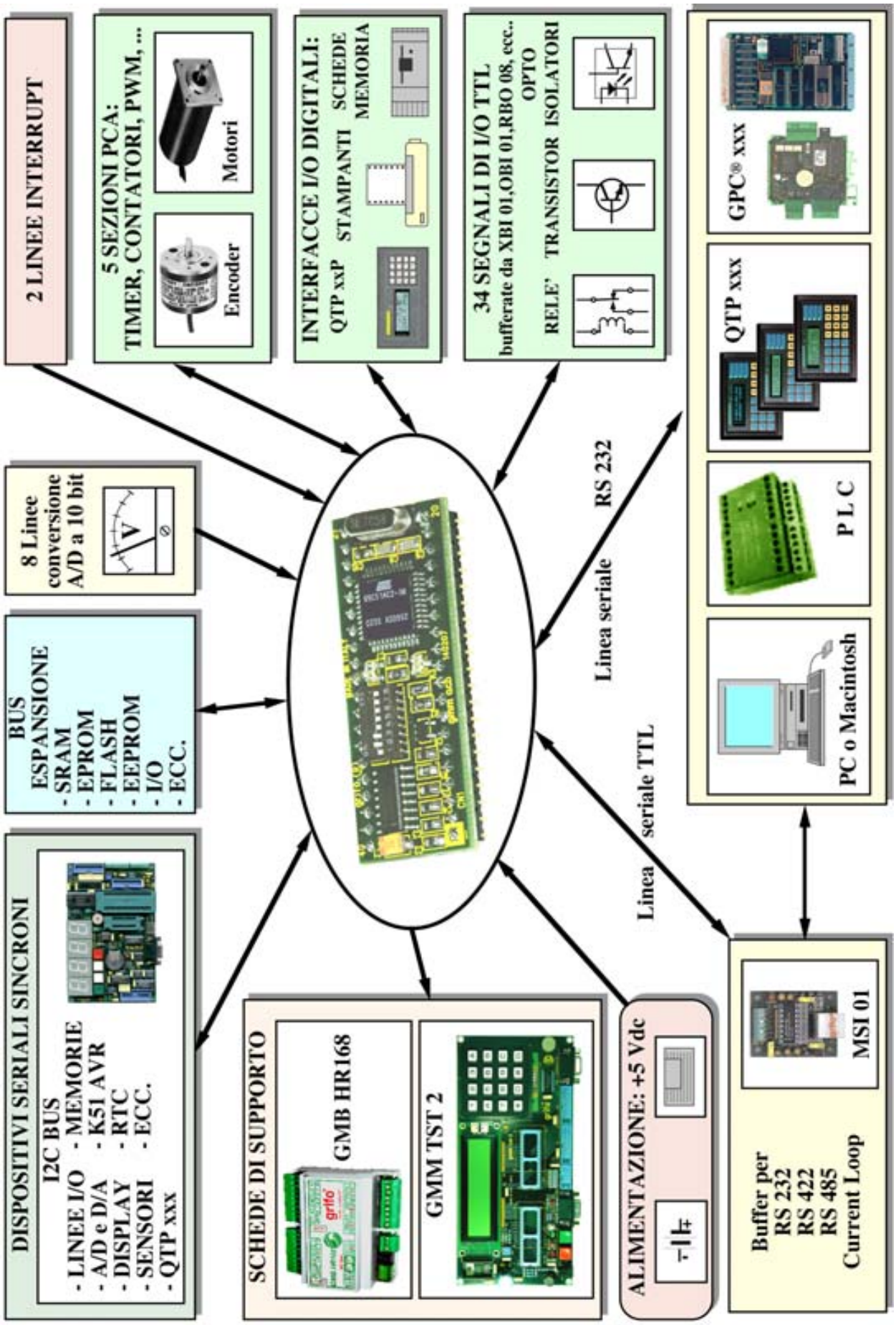


FIGURA 35: ESEMPI DI CONNESSIONE

AMBIENTI DI SVILUPPO

La scheda usufruisce di una ricca serie di strutture software che consentono di utilizzarne al meglio le caratteristiche e di sviluppare le applicazioni necessarie in un tempo veramente corto. In generale il Mini Modulo può sfruttare tutte le risorse software per il microprocessore montato, ovvero i numerosi pacchetti ideati per la famiglia 51, sia ad alto che a basso livello. Tutti gli ambienti di sviluppo software forniti dalla **grifo®** sono sempre accompagnati da esempi che illustrano come gestire le sezioni della scheda, da una completa documentazione d'uso e da abbondanti commenti. Tra questi ricordiamo:

HI TECH C 51: Cross compilatore per file sorgenti scritti in linguaggio C. E' un potente pacchetto software che tramite un comodo IDE permette di utilizzare un editor, un compilatore C (floating point), un assemblatore, un ottimizzatore, un linker e un remote debugger. Sono inoltre inclusi i sorgenti delle librerie.

SYS51CW: Cross compilatore per programmi scritti in C, disponibile in ambiente WINDOWS con un comodo IDE che mette a disposizione: editor, compilatore C, assemblatore, ottimizzatore, linker, librerie ed un debugger simbolico remoto.

SYS51PW: Cross compilatore per programmi scritti in PASCAL, disponibile in ambiente WINDOWS con un comodo IDE che mette a disposizione: editor, compilatore PASCAL, assemblatore, ottimizzatore, linker, librerie ed un debugger simbolico remoto.

DDS MICRO C 51: E' un comodo pacchetto software, a basso costo, che tramite un completo IDE permette di utilizzare un editor, un compilatore C (integer), un assemblatore, un linker e un remote debugger abbinato ad un monitor. Sono inclusi i sorgenti delle librerie ed una serie di utility.

BASCOM 8051: Cross compilatore a basso costo per files sorgenti scritti in BASIC, disponibile in ambiente WINDOWS con un comodo IDE che mette a disposizione un editor, il compilatore ed un simulatore molto potente per il debugger del sorgente. Comprende molti modelli di memoria, svariati tipi di dati e numerose istruzioni dedicate alle tipiche risorse hardware usate nell'automazione industriale.

µC/51: E' un comodo pacchetto software, a basso costo, che tramite un completo IDE permette di utilizzare un editor, un compilatore ANSI C, un assemblatore, un linker e un debugger remoto configurabile da utente, a livello sorgente. Sono inclusi i sorgenti delle librerie fondamentali e del debugger remoto, alcuni esempi di utilizzo e vari programmi di utilità.

LADDER WORK: E' un semplice sistema per creare programmi di automazione con la conosciuta e diffusa logica a contatti. Include un editor grafico che consente di posizionare e collegare i componenti hardware della scheda (input, output, contatori, A/D, ecc) come su uno schema elettrico e di definne le proprietà, un efficiente compilatore che converte lo schema in codice eseguibile ed utilità per lo scaricamento di tale codice verso la scheda. Il tutto integrato in un comodo IDE per Windows. Viene fornito sotto forma di CD che comprende esempi e manuale d'uso e relativa chiave di abilitazione.

DESCRIZIONE SOFTWARE PERIFERICHE DI BORDO

Di seguito viene riportata una descrizione dettagliata della gestione software delle periferiche di bordo. Qualora la documentazione riportata fosse insufficiente fare riferimento direttamente alla documentazione tecnica della casa costruttrice del componente. In questo paragrafo inoltre non vengono descritte le sezioni che fanno parte del microcontrollore (Timer, Counter, PCA, Port I/O, A/D, UART, Interrupt, Watch Dog, ecc.); per la gestione di quest'ultime si faccia riferimento all'appendice A di questo manuale. Nei paragrafi successivi si usano le indicazioni **D0÷D7** e **.0÷7** per fare riferimento ai bits della combinazione utilizzata nelle operazioni di I/O.

INGRESSI DI CONFIGURAZIONE

Tre vie del Dip switch DSW1 montato a bordo della **GMM ACB** possono essere accquisite via software, effettuando una semplice operazione di input dai relativi bit del Port 2:

DSW1.6	->	P2.7
DSW1.7	->	P2.6
DSW1.8	->	P2.5

L'acquisizione è in logica negata, ovvero il dip in ON fornisce lo stato logico 0 mentre il dip in OFF fornisce lo stato logico 1. Durante lo sviluppo del programma applicativo l'utente deve considerare che l'uso dei Dip switch come ingressi di configurazione preclude l'uso dei segnali collegati come linee di I/O utente o per i LEDs di segnalazione. Quando queste funzionalià devono essere usate i DSW1.6÷8 devono obbligatoriamente essere in posizione OFF.
Inoltre lo switch DSW1.1 svolge la funzione di selettore delle modalità RUN o DEBUG, ovvero se al momento dell'accensione o dopo un reset è ON viene eseguito il Boot Loader, viceversa se lo switch è OFF viene eseguito il programma uternte a partire dall'indirizzo 0 dell'area codice, allocata nella FLASH interna.

LEDS DI SEGNALAZIONE

I LEDs LD1 ed LD2 possono essere pilotati dal software ed il loro stato può essere definito mediante semplici operazioni sui relativi bit del Port 2:

LD1 (verde)	->	P2.6
LD2 (rosso)	->	P2.7

Il pilotaggio è in logica negata, ovvero il LED si accende ponendo a 0 il corrispondente bit del Port 2 mentre si spegne ponendo ad 1 lo stesso bit.
Tutti i segnali del port P2 vengono mantenuti alti in fase di reset od accensione, di conseguenza durante ed in seguito ad una di queste fasi, i LEDs sono disattivi.

SEGNALI MULTIFUNZIONE

Numerosi segnali presenti su CN1 possono essere utilizzati dall'utente con diverse funzionalità selezionabili via software dal programma applicativo sviluppato. Questa specializzazione dei segnali multiplexati avviene tramite appositi settaggi di registri interni al microcontrollore, come descritto nella documentazione del componente. Ad esempio i piedini 26÷33 possono operare come ingressi analogici (ANn) oppure come I/O digitali (P1.n) a seconda del settaggio del registro ADCF; quando settati come I/O possono poi operare come segnali del Timer 2 o del PCA, attivando opportunamente queste due periferiche.

ACCESSO ALLE MEMORIE

Sul Mini Modulo **GMM ACB** sono disponibili diversi tipi di memorie che possono essere gestite dal programma applicativo dell'utente, come indicato di seguito:

Memoria	*Allocazione*	*Accesso*	*Gestione*
32K bytes di FLASH	Area codice	R	Istruzioni lettura area codice
		W	Chiamate a funzioni del Boot Loader
256 bytes di IRAM	Area dati interna	R/W	Istruzioni per RAM interna sia ad accesso diretto che indiretto
1K bytes di ERAM	Area dati esterna	R/W	Istruzioni per accesso a RAM esterna
2K bytes di EEPROM	Area dedicata	R/W	Tramite appositi registri di gestione (SFR)

mentre esternamente possono essere collegate le seguenti memorie, sul BUS di espansione:

32K bytes di EPROM, FLASH, EEPROM, ,...	Area codice	R	Istruzioni lettura area codice
64K bytes di SRAM, FLASH, EEPROM	Area dati	R/W	Istruzioni per accesso a RAM esterna

Le modalità di indirizzamento e le istruzioni di accesso alle memorie del microcontrollore vengono spiegate nei manuali del componente, pertanto si prega di consultare questi ultimi o l'appendice A di questo manuale. Questa conoscenza diventa necessaria quando il programma dell'utente é sviluppato in assembly, mentre utilizzando un ambiente di sviluppo ad alto livello il tutto avviene automaticamente e comodamente, ad esempio aggiungendo degli identificatori nella dichiarazione delle variabili, a seconda di dove devono essere allocate.
E' importante ricordare che gli ultimi 8 byte della EEPROM di bordo sono riservati per dati di calibrazione e non devono essere modificati. Sia il programma applicativo utente, che la gestione della EEPROM in ISP, devono salvaguardare questi bytes pena il malfunzionamento del Mini Modulo.

BIBLIOGRAFIA

E' riportato di seguito, un elenco di manuali e note tecniche, a cui l'utente può fare riferimento per avere maggiori chiarimenti, sui vari componenti montati a bordo del Mini Modulo **GMM ACB**.

Manuale ATMEL:	*Data sheet T89C51AC2*
Manuale MAXIM:	*New Releases Data Book - Volume IV*
Manuale MAXIM:	*New Releases Data Book - Volume V*
Documentazione tecnica MAXIM:	*True RS 232 Transceivers*
Manuale PHILIPS:	*80C51 - Based 8-Bit Microcontrollers*
Manuale PHILIPS:	*Application notes and development tools for 80C51 microcontrollers*

Per reperire questi manuali fare riferimento alle case produttrici ed ai relativi distributori locali. In alternativa si possono ricercare le medesime informazioni o gli eventuali aggiornamenti ai siti internet delle case elencate.
Molti manuali in formato elettronico sono reperibili anche presso il nostro archivio di documentazione tecnica, come indicato in appendice A.

APPENDICE A: DESCRIZIONE COMPONENTI DI BORDO

La **grifo®** fornisce un servizio di documentazione tecnica totalmente gratuito attraverso il proprio sito internet da cui possono essere scaricate le documentazioni tecniche complete dei componenti usati a bordo scheda. Si rimanda quindi l'utente a tali documenti scaricabili dalla pagina "Servizio documentazione Tecnica" di cui in questo capitolo vengono riportate solo le prime pagine.

T89C51AC2

Features

- 80C51 Core Architecture
- 256 Bytes of On-chip RAM
- 1-Kbyte of On-chip ERAM
- 32K bytes of On-chip Flash Memory
  - Data Retention: 10 Years at 85°C
  - Read/Write Cycle: 10k
- 2K Bytes of On-chip Flash for Bootloader
- 2K Bytes of On-chip EEPROM
  - Read/Write Cycle: 100k
- 14-sources 4-level Interrupts
- Three 16-bit Timer/Counters
- Full Duplex UART Compatible 80C51
- Maximum Crystal Frequency 40 MHz
  - In X2 Mode, 20 MHz (CPU Core, 40 MHz)
- Five Ports: 32 + 2 Digital I/O Lines
- Five-channel 16-bit PCA with:
  - PWM (8-bit)
  - High-speed Output
  - Timer and Edge Capture
- Double Data Pointer
- 21-bit WatchDog Timer (Seven Programmable Bits)
- 10-bit Resolution Analog to Digital Converter (ADC) with 8 Multiplexed Inputs
- On-chip Emulation Logic (Enhanced Hook System)
- Power Saving Modes:
  - Idle Mode
  - Power down Mode
- Power Supply: 5V ± 10% (or 3V* ± 10%)
- Temperature Range: Industrial (-40° to +85°C)
- Packages: TQFP44, PLCC44

Note: * Ask for availability

Description

The T89C51AC2 is a high performance Flash version of the 80C51 single chip 8-bit microcontrollers. It contains a 32K byte Flash memory block for program and data.

The 32K byte Flash memory can be programmed either in parallel mode or in serial mode with the ISP capability or with software. The programming voltage is internally generated from the standard VCC pin.

The T89C51AC2 retains all features of the 80C51 with 256 bytes of internal RAM, a 7-source 4-level interrupt controller and three timer/counters. In addition, the T89C51AC2 has a 10-bit A/D converter, a 2K bytes Boot Flash memory, 2-Kbyte EEPROM for data, a Programmable Counter Array, an ERAM of 1024 bytes, a Hardware WatchDog Timer, and a more versatile serial channel that facilitates multiprocessor communication (EUART). The fully static design of the T89C51AC2 reduces system power consumption by bringing the clock frequency down to any value, even DC, without loss of data.

The T89C51AC2 has twosoftware-selectable modes of reduced activity and an 8-bit clock prescaler for further reduction in power consumption. In the idle mode the CPU is frozen while the peripherals and the interrupt system are still operating. In the Power-down mode the RAM is saved and all other functions are inoperative.

The added features of the T89C51AC2 make it more powerful for applications that need A/D conversion, pulse width modulation, high speed I/O and counting capabilities such as industrial control, consumer goods, alarms, motor control, among others.

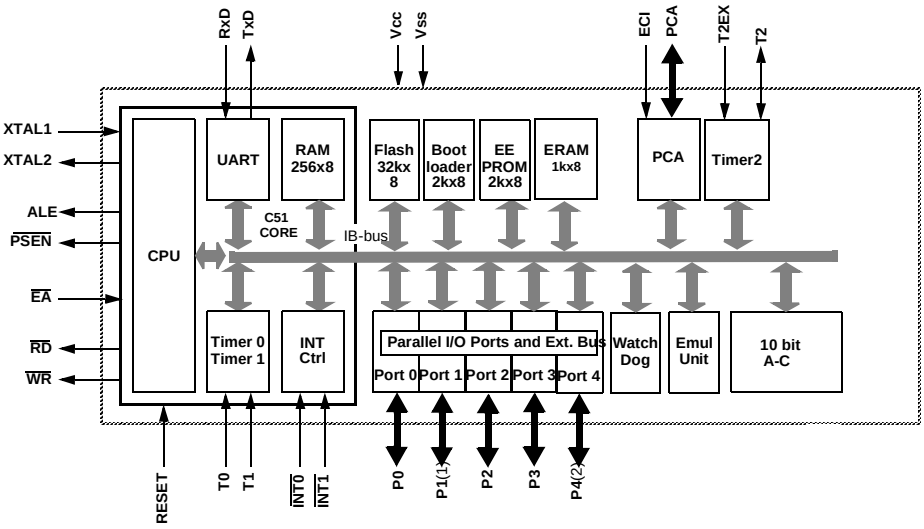
Enhanced 8-bit MCU with A/D Converter and 32K bytes Flash Memory

T89C51AC2

Rev. 4127C–8051–04/02

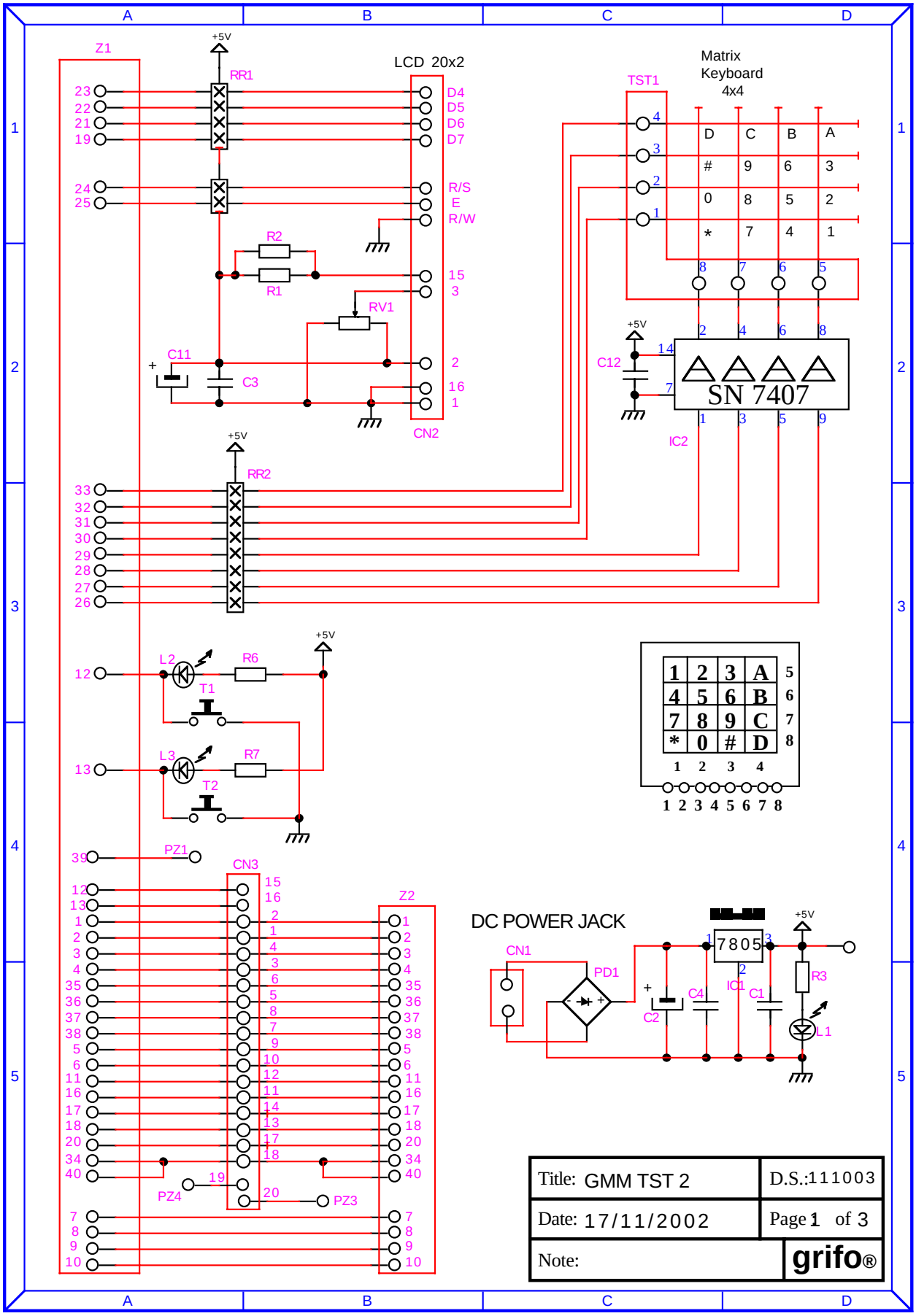
While remaining fully compatible with the 80C52, the T8C51AC2 offers a superset of this standard microcontroller. In X2 mode, a maximum external clock rate of 20 MHz reaches a 300 ns cycle time.

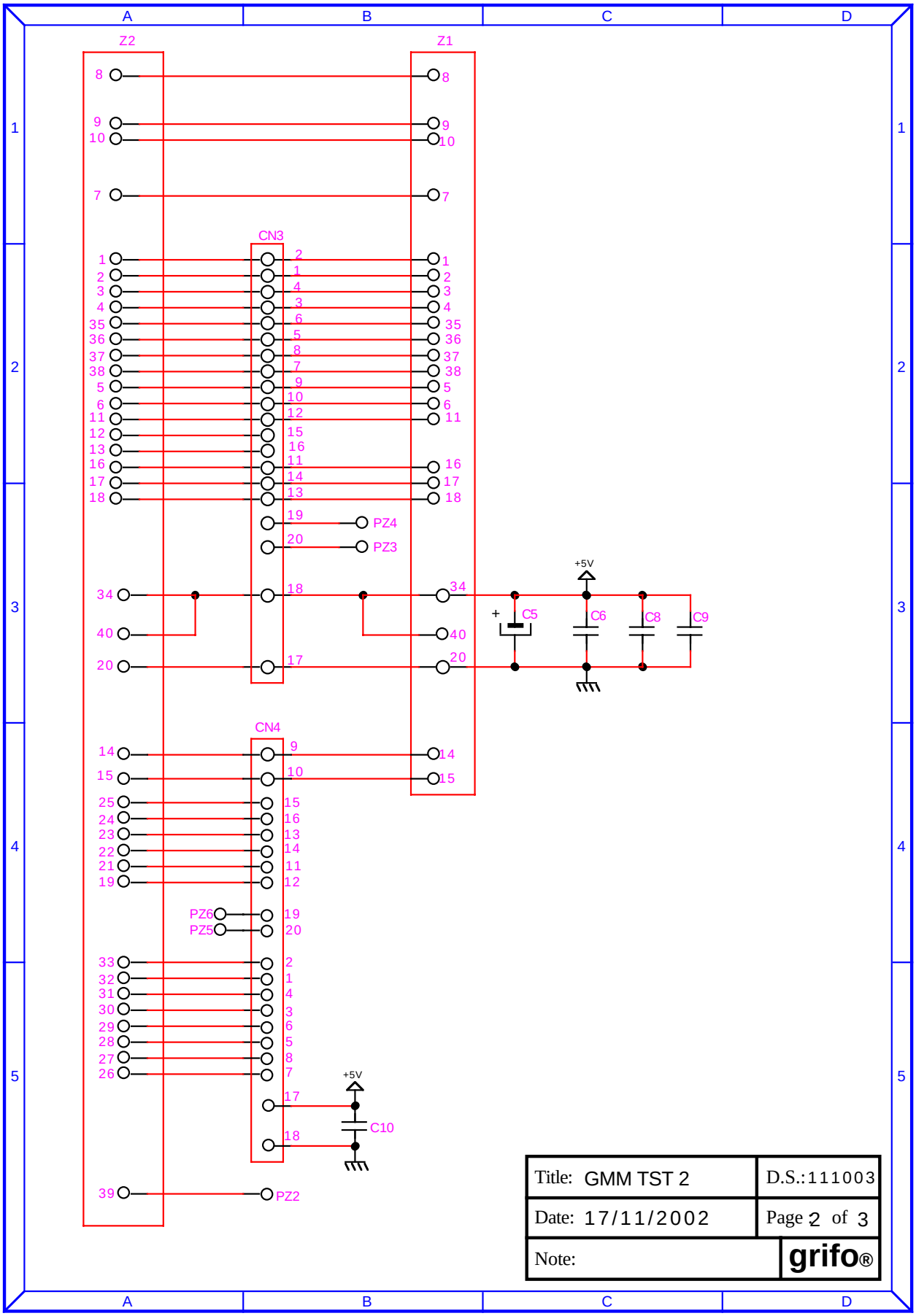
Block Diagram

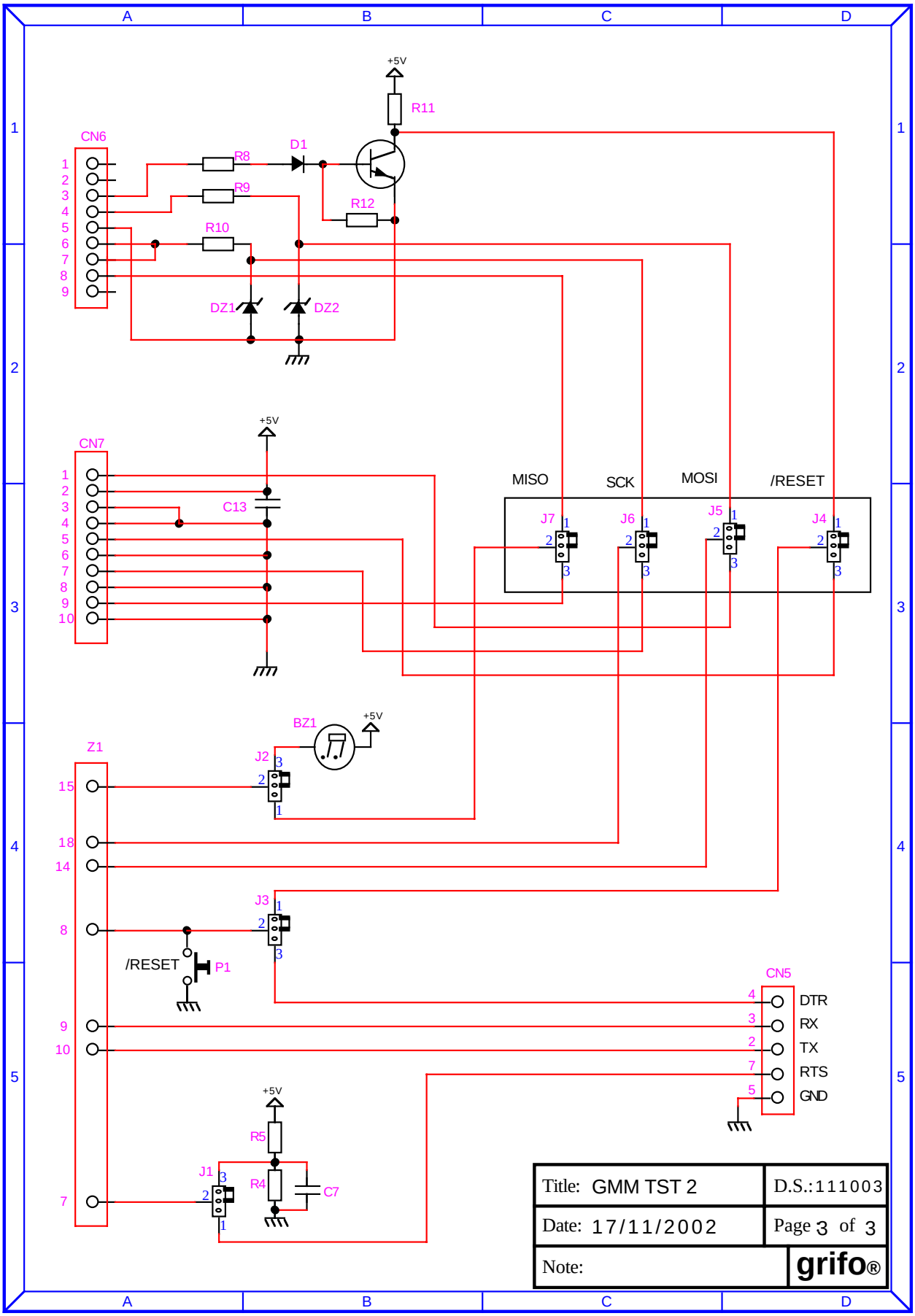


Notes: 1. 8 analog Inputs/8 Digital I/O
2. 2-Bit I/O Port

APPENDICE B: SCHEMA ELETTRICO GMM TST 2




A
B
C
D
1
2
3
4
5
Z2
Z1
CN3
CN4
PZ4
PZ3
PZ6
PZ5
PZ2
+5V
C5
C6
C8
C9
C10
Title: GMM TST 2
D.S.:111003
Date: 17/11/2002
Page 2 of 3
Note:
grifo®


A
B
C
D
1
2
3
4
5
+5V
R11
CN6
R8
D1
R9
R12
R10
DZ1
DZ2
CN7
C13
MISO
SCK
MOSI
/RESET
J7
J6
J5
J4
BZ1
J2
Z1
J3
/RESET
P1
CN5
DTR
RX
TX
RTS
GND
R5
J1
R4
C7
Title: GMM TST 2
D.S.:111003
Date: 17/11/2002
Page 3 of 3
Note:
grifo®

APPENDICE C: CONFIG. BASE, OPZIONI, ACCESSORI

In corrispondenza di un primo acquisto o di una eventuale riparazione, la **GMM ACB** viene fornita nella sua configurazione base. Alcune caratteristiche di tale configurazione sono state descritte più volte in questo manuale (usando anche il nome configurazione di default) ed in questa appendice vengono riassunte, opportunamente raggruppate nella seguente tabella.

DISPOSITIVO	CONFIG.	FUNZIONE
DSW1.1	OFF	Non collega la linea /PSEN del microcontrollore, selezionando la modalità RUN: a seguito di ogni accensione e/o reset del Mini Modulo,parte il programma memorizzato nella FLASH del microcontrollore.
DSW1.2 DSW1.3	ON ON	Collegano i segnali di trasmissione e ricezione, sui piedini di CN1, al driver seriale RS 232.
DSW1.4 DSW1.5	OFF OFF	Non collegano i segnali di trasmissione e ricezione sui piedini di CN1, al microcontrollore, consentendo il collegamento al driver seriale RS 232.
DSW1.6	OFF	Non collega il pin 6 del Mini Modulo lasciando il segnale P2.7, ed il LED LD2, gestibili da utente.
DSW1.7	OFF	Non collega il pin 5 del Mini Modulo lasciando il segnale P2.6, ed il LED LD1, gestibili da utente.
DSW1.8	OFF	Non collega il pin 11 del Mini Modulo lasciando il segnale P2.5, gestibile da utente.
FLASH per Boot Loader	Boot Loader	Quando é selezionata la modalità DEBUG (DSW1.1=OFF) consente di comunicare con un PC che esegue il FLIP per gestire la programmazione ISP delle memorie FLASH ed EEPROM di bordo.
FLASH interna per utente	Programma demo	Effettua il lampeggia dei LED di segnalazione ed interagisce con una console sulla seriale RS 232 impostata a 19200 Baud, 8 bit x chr, Nessuna parità, 1 Stop bit, Nessun handshake.
EEPROM interna per utente	Dati calibrazione	Gli ultimi 8 byte di questa memoria sono riservati per dati di calibrazione e non devono essere modificati. Sia il programma applicativo utente che la gestione ISP devono salvaguardare questi bytes, pena il malfunzionamento del Mini Modulo.

FIGURA C1: TABELLA CONFIGURAZIONE BASE

La precedente tabella può essere ulteriormente ridotta indicando che il prodotto viene fornito calibrato, con tutte le linee di I/O sullo zoccolo libere e pronto per la comunicazione in RS 232, con un protocollo fisico 19200, 8, No, 1.

La **GMM ACB** non ha opzioni che possono essere aggiunte in fase di ordine del modulo. Come descritto nel capitolo SCHEDE DI SUPPORTO ci sono altre schede che sono in grado di alloggiare il Mini Modulo e di rendere immediatamente utilizzabili tutte le sue risorse.

APPENDICE D: INDICE ANALITICO

Simboli

.HEX **31**, **33**, **34**, **37**, **38**, **40**
/RES **17**, **20**
µC/51 **33**, **35**, **42**

A

A/D converter **6**, **12**, **13**, **17**
Accensione **20**
Accesso **44**
Accessori **C-1**
Alimentazione **13**, **14**, **17**, **20**
Allocazione memorie **44**
Ambienti di sviluppo **42**
Area codice **17**, **23**, **44**
Area dati **17**, **23**, **44**
Assistenza **1**
Attributi **30**

B

BASCOM 8051 **33**, **35**, **42**
Basso assorbimento **14**
BatchISP **33**
Baud rate **29**, **31**
Bibliografia **45**
Bit di Dati **29**
Bit di Stop **29**
Bit per secondo **29**
Bit x chr **29**
Boot Loader **22**, **43**
BUS espansione **10**, **17**, **22**, **23**, **44**

C

Calibrazione **44**, **C-1**
Caratteristiche elettriche **13**
Caratteristiche fisiche **12**
Caratteristiche generali **12**
Caratteristiche tecniche **12**
Cariche elettrostatiche **1**
Cartella di lavoro **29**
Cattura **17**
Ciclo macchina **8**
Clock **8**, **12**, **17**
Come iniziare **28**
Comparazione **17**

Comunicazione seriale **9**, **18**, **20**, **28**
COMx **28**, **29**
Configurazione base **19**, **C-1**
Configurazione scheda **10**, **18**
Connessioni **15**
Connettori **12**, **15**
  CN1 **16**
Consumi **13**, **14**
Contenitore **1**
Controllo alimentazione **20**
Controllo di flusso **29**
Corrente **13**
Creazione codice eseguibile **33**

D

DDS MICRO C 51 **42**
DEBUG **18**, **22**, **30**, **43**
Descrizione software **43**
Dimensioni **12**
Dip switch **10**, **15**, **16**, **18**
Display **26**
Disposizione **15**
Disturbi **14**
Documentazione **45**, **A-1**
DSW1 **16**, **18**, **21**, **22**, **C-1**

E

EEPROM **8**, **12**, **22**, **44**, **C-1**
EEPROM riservata **44**, **C-1**
Emulazione terminale **29**
EPROM **22**
ERAM **8**, **12**, **44**
Esempi di connessione **41**

F

File di ambiente **36**
File di definizione **33**
File di progetto **37**
File forniti **33**
File sorgente **34**, **37**
FLASH **8**, **12**, **22**, **32**, **44**, **C-1**
FLIP **29**, **32**
Frequenza clock **12**

G

Garanzia **1**

GMB HR168 **24**, **41**
GMM TST **26**
GMM TST 2 **26**, **41**, **B-1**

H

Handshake **29**
HI TECH C 51 **42**
HYPERTERMINAL **29**

I

I/O digitali **6**, **16**, **43**
I2C BUS **6**, **16**, **17**
Idle **14**
Impedenza **17**
Impedenza ingressi analogici: **13**
Informazioni generali **4**
Ingressi optoisolati **24**
Ingressi analogici **6**, **13**, **17**, **43**
Ingressi configurazione **18**, **43**
Installazione **14**
Interfacce operatore **41**
Interfacciamento **17**
Interrupts **16**, **19**
IRAM **8**, **12**, **44**
ISP **22**, **29**, **32**

J

JFE **36**

K

K51-AVR **6**, **41**

L

LADDER WORK **33**, **38**, **39**, **42**
Latch **22**
LEDs **10**, **14**, **15**, **16**, **18**, **43**, **44**

M

Manuali **45**
Massa **17**
Memorie esterne **8**, **22**, **44**
Memorie interne **8**, **12**, **44**, **C-1**
Microcontrollore **12**, **31**, **A-1**
Modo operativo **22**
MSI 01 **9**, **41**

N

Normative **1**

O

Opzioni **C-1**

P

Parità **29**
Passo **12**, **16**
PC **41**
PC di sviluppo **28**
PCA **17**, **43**
Periferica esterne **22**
Periferiche di bordo **43**
Peso **12**
Piante componenti **11**
PLC **41**
Port **6**, **16**, **43**, **44**
Power down **14**
Predisposizione collegamenti **28**
Preparazione definitiva **40**
Primo uso **28**
Priorità **19**
Programmazione FLASH **29**
Programmi demo **29**, **30**, **C-1**
Protezione RS 232 **13**
Protocollo elettrico **20**
Protocollo fisico **20**, **C-1**
Prova programma demo **29**
PWM **17**

Q

QTP **6**, **41**
Quarzo **8**

R

Range ingressi analogici **13**
Relè **24**
Reset **17**, **20**
Resistenze pull up **17**
Risoluzione A/D **12**
Risorse della scheda **12**
RS 232 **9**, **13**, **17**, **21**, **28**
RUN **18**, **22**, **29**, **40**, **43**, **C-1**

S

Scariche **20**
Schede di supporto **24**
Schema a blocchi **7**
Schematico **38**
Schemi elettrici **23**, **B-1**
Segnalazioni visive **14**
Segnali di controllo **17**, **22**
Segnali multifunzione **16**, **43**
Seriale asincrona **9**, **20**
Seriale RS 232 **9**, **16**, **18**, **21**, **28**, **C-1**
Seriale TTL **9**, **16**, **18**, **21**
Settori applicativi **5**
Sicurezza **1**, **8**, **20**
Soglia alimentazione **13**
SRAM **22**, **44**
SYS51CW 42
SYS51PW 42

T

T89C51AC2 **12**, **31**, **A-1**
Tabella esempi **30**
Tastiera **26**
Temperatura **12**
Tempo conversione A/D **12**
Tempo intervento Watch Dog **12**
Tempo reset **12**
Tensione alimentazione **13**
Tensione riferimento **13**, **17**
Timer **16**
Trigger **16**
TTL **6**, **9**, **17**, **21**

U

Umidità **12**
Utilizzo **5**

V

Velocità **8**
Versione **3**
Vista complessiva **9**
Vista dal basso **43**
Vista dall'alto **13**
Vref **13**, **17**

W

Watch Dog **8**, **12**, **20**

Z

Zoccolo **16**